УДК 623.465

О. Ю. Іохов

Є. О. Каплун

О. М. Сальніков

ОЦІНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛІВ РАДІОЗВ'ЯЗКУ РАДІОКЕРОВАНИХ БОЄПРИПАСІВ

Проведено аналіз частотних діапазонів дальності дії радіокерованих боєприпасів, втрат на трасі поширення радіосигналу та ширини смуг частот і чутливості приймачів. На основі результатів аналізу розглянуто методики обґрунтування технічних характеристик мобільних антенних систем засобів знешкодження радіокерованих боєприпасів.

Ключові слова: *радіокеровані боєприпаси, електромагнітний імпульс, надширокосмуговий сигнал, надвисокочастотний сигнал.*

Постановка проблеми. Незалежно від рівня економічного, політичного, соціального розвитку будь-яка держава не може стовідсотково убезпечити себе від виникнення різнопланових надзвичайних ситуацій, пов'язаних з можливістю розвитку соціальних чи збройних конфліктів, проявами терористичних загроз та ін. Як правило, такі ситуації характеризуються несподіваністю виникнення, непередбачуваністю та швидким розвитком подій, чим створюють підвищену небезпеку для функціонування державних та суспільних інститутів, становлять загрозу життю і здоров'ю громадян та особового складу, які беруть участь у проведенні заходів із забезпечення національної безпеки України, у тому числі і Національної гвардії України (НГУ). При цьому на передній план виходить проблема захисту особового складу НГУ у разі використання імовірною протилежною стороною радіокерованих боєприпасів (РКБ).

На сьогодні в НГУ відсутні будь-які засоби радіоелектронного знешкодження радіокерованих боєприпасів. У зв'язку з цим постає проблема обґрунтування необхідності створення методів та засобів з використанням моделювання різних аспектів застосування таких боєприпасів та їх знешкодження. При цьому першим кроком на шляху створення цих методів і засобів є виявлення та аналіз характеристик каналів радіозв'язку РКБ за допомогою різноманітних мобільних антенних систем.

© О. Ю. Іохов, Є. О. Каплун, О. М. Сальніков, 2021

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі у Національній гвардії та інших силових структурах України відсутні методики обґрунтування технічних характеристик мобільних антенних систем засобів знешкодження радіокерованих боєприпасів, крім використання штирьових антен та антен, заснованих на надширокосмугових (НШС) дзеркальних антенах [1–5].

Найбільш уразливими під час впливу потужного електромагнітного імпульсу (ЕМІ) є радіоелектронні елементи вхідних трактів приймальних пристроїв, спецобчислювачів і керуючих комп'ютерів радіоелектронних засобів (обмежувачі, малошумні підсилювачі, змішувачі, формувачі тактових імпульсів, комутатори і т. п.), побудованих на основі твердотільних напівпровідникових структур (діодів, транзисторів і мікросхем). Унаслідок малих розмірів напівпровідникових переходів для розсіювання енергії на них у разі теплового характеру ураження (режим безперервного або одноімпульсного впливу з крутими передніми фронтами) потрібен час впливу, що перевищує час теплової релаксації, який для напівпровідникових елементів надвисокочастотного (НВЧ) діапазону має значення від 0,1 мкс до 1 мкс і більше [6]. З урахуванням польового ефекту природно очікувати ефективний вплив ЕМІ на такі

елементи у разі тривалості імпульсів, менших за ці значення. Таким чином, формування коротких імпульсів тривалістю від одиниць до десятків наносекунд вважається раціональним, оскільки при цьому істотно спрощується вирішення таких завдань створення засобів знешкодження РКБ [4, 5, 7, 8]:

– збільшення пікової потужності під час обмежень на енергію випромінювання;

– полегшення умов виведення випромінювання з генератора і його поширення у просторі без пробою повітря;

– можливість подолання систем захисту вхідних трактів приймачів перспективних РКБ, що мають порівняно малу інерційність спрацьовування.

Ефект такого знешкодження слабо залежить від призначення, а під час позасмугового впливу – і від робочої частоти РКБ, спричинюючи такі наслідки [9]:

– невідновлювальні (катастрофічні, незворотні) відмови;

– відновлювальні (тимчасові) відмови;

– функціональні порушення працездатності, характерні для традиційних видів перешкод (помилкових спрацьовувань виконавчих схем, спотворень вихідних сигналів тощо).

На сьогодні відомі три основні напрями створення засобів знешкодження з малою тривалістю впливу імпульсів [10, 11, 12]:

– на основі надширокосмугового (НШС) сигналу відеоімпульсного типу;

– на основі вибухомагнітних генераторів НВЧ імпульсного радіовипромінювання;

– на основі фокусування ЕМІ в передавальних фазованих антенних решітках з використанням традиційної елементної бази.

Ці напрями істотно розрізняються як за структурою формованих полів, так і за механізмом дії на об'єкти, що вражаються.

З точки зору структури полів зазначені відмінності, насамперед обумовлені їх спектральними характеристиками: відеоімпульси не мають високочастотного заповнення і їх спектр принципово може займати область частот від 0 МГц до 5000 МГц і більше (на практиці обмежується смугою випромінюючих систем, які «вирізають» тільки ті чи інші ділянки із загального спектра не більше ± 25 % від середньої частоти такі ділянки спектра); НВЧ імпульси генеруються на певній частоті і їх спектр може займати будь-яке місце в межах усього радіочастотного діапазону.

Надвисокочастотне випромінювання поряд з просторовою спрямованістю має також і частотно-виборчий вплив, що під час певного вибору діапазону частот (внутрішньосмугового придушення) істотно підвищує його ефективність під час проходження через вхідні прийомні тракти радіоелектронних засобів (РЕЗ).

Другий і третій напрями досить добре вивчені, і є велика кількість відомостей про них у відкритих і закритих джерелах [11, 12, 13]. Незважаючи на безперечні переваги цих двох напрямів їх основним недоліком для функціонального ураження радіокерованих вибухових пристроїв є їх мала відносна широкосмуговість, що за невідомої робочої частоти радіодетонатора обмежує їх застосування, тобто може бути сформована тільки прицільна за частотою перешкода або використовується позасмугове придушення, що характеризується великою випромінюваною потужністю.

Найменш вивченими є засоби функціонального ураження, що належать до першого напряму. Вони вимагають для їх реалізації створення нових генераторних й антенно-фідерних пристроїв і не можуть створюватися на існуючій елементній базі. Крім цього зброя з широкою або надширокою смугою частот (НШС сигнали) створює такий імпульс у цілі, за якого широка смуга частот «пропонується» цілі і ціль сама поглинає енергію на частотах, у яких поглинання є високим. Під НШС сигналом [14] розуміють сигнал відеоімпульсного типу наносекундної тривалості з великою відносною шириною спектра ($\Delta f / f_{\text{ср}} \approx 1$, Δf – ширина спектра сигналу зондування, $f_{\text{ср}}$ – середня частота). Основною перевагою першого напряму є той факт, що НШС засіб не є призначеним для ураження однієї певної системи або класу систем, але він може використовуватися, швидше, для придушення широкого діапазону різних систем. Ця зброя не покладається на точне знання характеристик об'єкта, що знешкоджується. Під час розроблення такої зброї «вузьким» місцем є саме антенна система. Роботи, пов'язані з практичним використанням генераторів НШС сигналів, досить добре відомі, наприклад [5, 8, 15, 16, 17].

Зазначимо, що у літературі необмеженого доступу практично не розглядаються питання,

пов'язані із захистом колон військової техніки від терористичних актів. У відомих автору працях, наприклад [18], передбачається використання індивідуального або групового прикриття під час використання малогабаритних передавачів перешкод, навантажених на ненаправлені антени. На жаль, якісні моделі прикриття колон автомобільної техніки, запропоновані у праці, не дають змогу повною мірою оцінити ефективність їх іншими радіоелектронними засобами.

У зв'язку з цим у подальшому для розроблення засобів функціонального ураження радіокерованих боєприпасів за допомогою надширокосмугових засобів функціонального ураження радіокерованих боєприпасів необхідно передусім оцінити характеристики каналів радіозв'язку для радіокерованих детонаторів.

Отже, **метою статті** є оцінювання характеристик каналів радіозв'язку радіокерованих детонаторів.

Виклад основного матеріалу. Під знешкодженням РКБ будемо розуміти такий вплив спеціальним чином сформованого ЕМІ, за якого відбувається незворотне виведення з ладу окремих елементів або функціональних пристроїв, що виключає самовідновлення функціонування РЕЗ і вимагає ремонтно-відновлювальних заходів.

У разі знешкодження РКБ засоби функціонального ураження повинні забезпечувати прицільний за частотою індивідуальний вплив об'єктів, що уражаються, і мати визначений коефіцієнт захисту.

Крім того, спільне виконання умовної прихованості і прицільності має забезпечити електромагнітну сумісність (ЕМС) засобів функціонального ураження з іншими РЕЗ, розташованими поза локальною областю або лінією основного напрямку ураження, тобто зберегти можливість нормального функціонування останніх, як показано на рис. 1.

Передавач НШС сигналу створює зону знешкодження радіокерованих боєприпасів, у якій забезпечується ефективне функціональне ураження приймача радіокерованих боєприпасів.

Оскільки у радіокерованих боєприпасів у передавачі перешкод передбачається використання у горизонтальній площині спрямованої антени, то в ідеальному випадку зона функціонального ураження повинна мати вигляд, як зображено на рис. 1 в азимутальній площині.

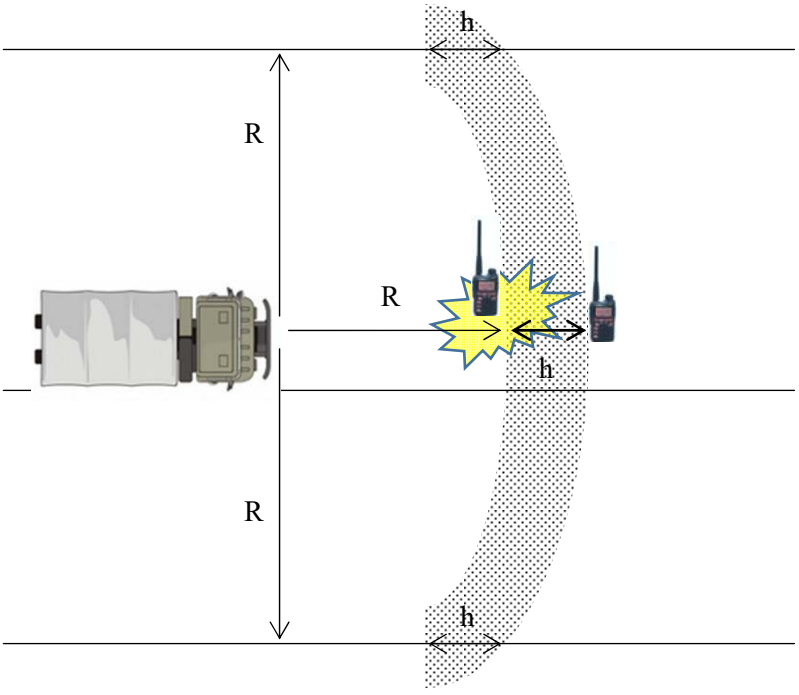

Рисунок 1 – Варіант знешкодження радіокерованих боєприпасів на автомобільній техніці

Ефективність дії передавача НШС сигналу можна оцінити за шириною зони ураження елементів приймального тракту у місці закладки h (рис. 1) на визначеній відстані від місця закладення вибухового пристрою до передавача НШС сигналу R [18].

На рисунку прийнято такі позначення: R – межа зони радіоелектронного знешкодження РКБ, яке повинно перевищувати радіус r ураження РКБ; h – ширина зони знешкодження РКБ.

Відстань між приймальною частиною радіокерованого вибухового пристрою і передавачем перешкод у зоні знищення називається дальністю знешкодження R. У разі знаходження передавача НШС сигналу від місця закладки на відстань, що не перевищує дальності захисту, подача терористом команди не призводить до підриву РКБ. Однак практично у всіх рекламних матеріалах не вказується місце закладення та потужність вибухового пристрою, що не дає змоги оцінити реальну ефективність того чи іншого передавача НШС сигналу.

Передавальна частина радіокерованого вибухового пристрою складається з пульта управління, шифратора, що формує код команди, передавача з антеною, що генерує та випромінює радіосигнал з модуляцією, яка несе команду приймальній частині на підрив. Приймальна частина містить антену, приймач радіосигналу, дешифратор і виконавчий пристрій, наприклад, типу електронного ключа або електромагнітного реле. Приймач здійснює первинну частотну селекцію радіосигналів і виділення командного сигналу. Код прийнятої команди порівнюється у дешифраторі з опорним кодом, і у разі його збігу формується команда, що подається на виконуючий пристрій. Виконуючий пристрій подає напругу на електропідривний ланцюг пристрою, що складається із засобів ініціювання (наприклад, електродетонатор), сполучних проводів і запобіжних елементів (перемикачі, замикачі тощо) [3, 19, 20].

Як показує статистика, більше ніж у 97 % радіокерованих вибухових пристроїв, застосованих терористами, радіолінія будувалася на базі загальнодоступної апаратури (див. табл. 1).

Як видно з таблиці, радіокерований вибуховий пристрій може працювати в досить широкому частотному діапазоні від 20 МГц до 3000 МГц. Аналіз можливостей протидії радіокерованим вибуховим пристроям можна провести на підставі попередніх якісної і кількісної оцінок параметрів каналу передачі радіосигналу під час використання радіокерованих вибухових пристроїв [14].

Канал передачі інформації РКБ можна характеризувати такими параметрами [21].

1. Частотний діапазон. Існує велика ймовірність використання у радіокерованих вибухових пристроях апаратури, що випускається промисловістю для дистанційного керування різними моделями. Розподіл радіочастот, виділених у різних країнах для радіоуправління згідно з «регламентом радіозв'язку», охоплює ділянки частотного діапазону від 20 МГц до 500 МГц.

Таблиця 1 – Частотні характеристики радіоліній

№ пор.	Частотний діапазон, МГц	Тип радіопристрою
1	20 – 50	Радіокеровані іграшки, аналогові телефони
2	66 – 88	Радіостанції (LW)
3	135 – 175	Радіостанції (VHF)
4	300 – 350	Радіостанції (UHF300)
5	350 – 400	Радіостанції (UHF350)
6	400 – 465	Мобільний зв'язок стандарту NMT; радіостанції (UHF400); автомобільні сигналізації
7	465 – 530	Мобільний зв'язок стандарту CDMA450; радіостанції (UHF450)
8	746 – 794	Радіостанції (UHF700)
9	800 – 850	Радіостанції (UHF700/800), TETRA
10	850 – 895	Мобільний зв'язок стандарту CDMA/ TDMA; радіостанції (UHF800/900)
11	925 – 960	Мобільний зв'язок стандарту GSM900
12	1805 –1880	Мобільний зв'язок стандарту HGSM1800/ DCS
13	1960 –1990	Мобільний зв'язок стандарту GSM1900/PCS {+PHS}
14	2110 – 2170	Мобільний зв'язок стандарту UMTS/ WCDMA (3G)
15	2400 – 2500	WLAN, Bluetooth, Wi-Fi
16	2500 – 3000	Безпровідний зв'язок

Мобільні радіостанції загального застосування, системи пейджингового і стільникового зв'язків працюють в окремих ділянках частот до 2000 МГц. На сьогодні інтенсивно освоюється діапазон частот від 2300 МГц до 2400 МГц. Найбільш вірогідним частотним діапазоном для радіокерованих вибухових пристроїв є освоєний діапазон до 1000 МГц, також імовірним наразі є застосування розширеного діапазону до 2000 МГц, у перспективі слід очікувати розширення діапазону РКБ до 3000 МГц.

2. Дальність дії радіокерованих вибухових пристроїв залежить від енергетичного потенціалу передавача і чутливості приймача. Енергетичний потенціал являє собою добуток значень потужності вихідного підсилювача передавача і коефіцієнта посилення випромінюючої антени.

У мобільному варіанті виконання передавальної частини вихідна потужність передавача може становити від часток до одиниць ват. Під час подачі команди на підрив з автомобіля може використовуватися автомобільна радіостанція загального застосування, вихідна потужність якої може досягати кількох десятків ват. У цьому випадку дальність дії РКБ може бути значно більшою, ніж для переносного передавача.

Ефективне посилення передавальної і приймальної антен визначається конструкцією і їх допустимими розмірами. Більшість антен, що використовуються в РКБ, є антенами штирьового типу і виконані у вигляді телескопічних антен або відрізків проводів. У більшості випадків розміри антен значно коротші, ніж 0,5 λ (λ – робоча довжина хвилі), оскільки потрібно забезпечити їх прихованість. У діапазоні частот від 20 МГц до 100 МГц розміри антен становлять не більше від 0,05 λ до 0,1 λ, що визначає їх низьку ефективність. У більш високочастотному діапазоні розміри антен наближаються до 0,5 λ, а на частотах від 200 МГц до 500 МГц часто застосовуються рамкові антени з розмірами витків порядку 25×50 мм. Аналіз публікацій показує, що неоптимальність розмірів антен призводить до того, що їх ефективне посилення становить не більше 6 дБ.

3. Втрати на трасі. Втрати потужності сигналу на трасі можуть бути розділені на поляризаційні і відстаневі. Поляризаційні втрати викликані неоптимальним розташуванням випромінюючої і приймальної антен відносно одна одної, щоб виконати вимоги щодо прихованості їх розміщення. У цьому випадку додаткові втрати можна оцінити величиною 3 дБ [21].

Через близькість траси поширення радіосигналів РКБ до земної поверхні потужність сигналу зменшується пропорційно до 4-го ступеня замість 2-го для випадку поширення у вільному просторі. Це означає, що під час подвоєння дальності дії втрати під час поширення уздовж поверхні Землі змінюються на 12 дБ, а у вільному просторі – тільки на 6 дБ. Для відкритого простору втрати на трасі протяжністю 50 м між ізотропними антенами в сільській місцевості на частоті 30 МГц дорівнюють 30 дБ і на частоті 1000 МГц – 78 дБ. Сумарні втрати на трасі РКБ фактично визначають мінімальну відстань від терориста до вибухового пристрою.

4. Ширина смуги частот і чутливість приймача. У радіокерованих вибухових пристроях можуть використовуватися приймачі, зібрані за супергетеродинною або надрегенеративною схемами. Останні мають високу чутливість, але дещо поступаються супергетеродинній за рівнями шумів і стабільністю роботи, одночасно перевершуючи їх за габаритами, масою і енергоспоживанням. Узгоджені зі спектром командного сигналу високочастотної смуги пропускання приймачів складають від 5 кГц до 20 кГц для супергетеродинних і від 200 кГц до 300 кГц – для надрегенеративних приймачів. Найбільш імовірне очікуване значення чутливості приймачів становить від 2 мкВ до 10 мкВ [3].

Висновки

Зазначені параметри радіокерованих боєприпасів в істотному ступені визначають можливості протидії підрозділами НГУ їх дії під час виконання завдань із забезпечення національної безпеки України.

Отримані результати аналізу частотних діапазонів, дальності дії радіокерованих боєприпасів, втрат на трасі поширення радіосигналу та ширини смуг частот і чутливості приймачів можна використовувати як вихідні дані під час створення методики обґрунтування технічних характеристик мобільних антенних систем засобів знешкодження радіокерованих боєприпасів.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на визначення особливостей радіоелектронного знешкодження радіокерованих боєприпасів.

Перелік джерел посилання

1. Власік С. М., Єрмаков Г. В. Визначення часових характеристик надширокосмугової дзеркальної антени із спіральним конічним опромінювачем у наближенні фізичної оптики. *Системи озброєння і військова техніка.* 2009. Вип. 4 (20). С. 90–94.

2. Власик С. Н. Оценка возможностей применения сверхширокополосных сигналов для блокирования радиоуправляемых взрывных устройств. *Системи управління, навігації та зв'язку.* Київ : ЦНДІ НУ, 2009. Вип. 3 (11). С. 41–44.

3. Власік С. М., Єрмаков Г. В. Аналіз можливостей застосування надширокосмугових сигналів для блокування радіоліній керування вибуховими пристроями. *Перспективи розвитку озброєння і військової техніки Сухопутних військ* : зб. тез доп. ІІ всеукр. наук.-техн. конф., м. Львів, 30 груд. 2009 р. Львів, 2009. С. 237.

4. Іохов О. Ю. Захист радіомереж підрозділів Національної гвардії України від радіотехнічної розвідки : монографія. Харків : НА НГУ, 2017. 214 с.

5. Белокурський Ю. П., Іохов О. Ю., Козлов В. Є., Щербіна О. О. Антени для захисту каналів радіозв'язку підрозділів Національної гвардії України. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України.* Харків : НА НГУ, 2015. Вип. 2 (26). С. 65–69.

6. *Жу*ков С. А. Наземні радіолокатори виявлення та наведення з несинусоїдальними відеоімпульсними сигналами. Київ : Київський університет, 1997. 234 с.

7. Иванец М. Г., Воинов В. В., Єрмаков Г. В. Возможности функционального поражения и подавления электронной аппаратуры с помощью сверхширокополосных сигналов. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил.* Харків : ХУПС, 2008. № 1 (3). С. 55–59.

8. Шляхи удосконалення характеристик імпровізованих антен каналів зв'язку підрозділів сил охорони правопорядку / Ю. П. Белокурський та ін. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України.* Харків : НА НГУ, 2014. Вип. 2 (24). С. 15–17.

9. Драбкин В. Д., Куприянов А. И., Пономарев В. Г., Шустов Л. Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем. Москва : Вузовская книга, 2007. 468 с.

10. Studies of electromagnetic radiation of ultra-short duration pulse interference on UHF electronics devices / N. P. Gadetski et al. *AMEREM'96 Conference, Book of Abstracts.* Albuquerque, USA. 1996. P. 79.

11. Титов С. В. Применение пространственно-фазово-частотного фокусирования плоской ФАР для функционального поражения радиотехнических средств короткими импульсами. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил.* 2003. Харків : ХУПС, 2003. № 1 (44). С. 97–101.

12. Туркин В. А. Излучатели сверхширокополосных электромагнитных импульсов для испытаний телекоммуникационной и радиотехнической аппаратуры. *Проектирование коммуникационных и информационных средств и систем.* 2006. С. 51–60.

13. Добыкин В. Д., Куприянов А. И., Пономарев В. Г., Шустов Л. Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем ; под ред. А. И. Куприянова. Москва : Вузовская книга, 2007. 468 с.

14. Власик С. Н., Ермаков Г. В. Определение мощности сверхширокополосной непреднамеренной помехи на входе приемника системы связи. *Системи управління, навігації та зв'язку.* Київ : ЦНДІ НУ, 2010. Вип. 2 (14). С. 44–48.

15. Keith Florig H. High power microwave coupling and effects on electronics. *Annales de Physique.* 1989. Vol. 14. № 2. P. 101–118.

16. Ротхаммель К., Кришке А. Антенны. Москва : Данвел, 2007. 416 с.

17. Седышев Ю. Н., Никонов Л. К., Васильев И. В., Гапон В. И. Приемные устройства радиолокационных сигналов. Москва : Воениздат, 1978. Ч. 1. 328 с.

18. Пєвцов Г. В., Пшеничних С. В., Поточняк А. З. Вітчизняні засоби захисту об'єктів від радіокерованого підриву та основні способи їх бойового застосування. *Честь і закон.* 2006. № 2. С. 32–37.

19. Исхаков Б., Каргашин В., Юдин Л. Проблемы борьбы с радиоуправляемыми взрывными устройствами. *Специальная техника.* 2000. № 2. С. 8–14.

20. Lusgarten M. N., James A. Madison. An Empirial Propagation Model (EPM–73). *IEEE Transactions on electromagnetic Compability.* 1977. Vol. EMS 19. № 3, august. P. 301–309.

21. Исхаков Б., Юдин Л., Фомичев К. Радиоэлектронное подавление радиоуправляемых взрывных устройств. *Электроника: Наука, технология, бизнес.* 1999. № 2. С. 21–26.

Стаття надійшла до редакції 30.06.2021 р.

УДК 623.465

А. Ю. Иохов, Е. А. Каплун, А. М. Сальников

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ РАДИОСВЯЗИ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ БОЕПРИПАСОВ

Проведен анализ частотных диапазонов дальности действия радиоуправляемых боеприпасов, потерь на трассе распространения радиосигнала и ширины полос частот и чувствительности приемников. На основе результатов анализа рассмотрены методики обоснования технических характеристик мобильных антенных систем средств обезвреживания радиоуправляемых боеприпасов.

Ключевые слова: *радиоуправляемые боеприпасы, электромагнитный импульс, сверхширокополосный сигнал, сверхвысокочастотный сигнал.*

UDC 623.465

O. Iokhov, Ye. Kaplun, O. Salnikov

ASSESSMENT OF CHARACTERISTICS OF RADIO COMMUNICATION CHANNELS OF RADIO-CONTROLLED AMMUNITION

The analysis of frequency ranges of radio-controlled ammunition, losses on the radio signal propagation route and bandwidth and receiver sensitivity is based on the results of which methods of substantiation of technical characteristics of mobile antenna systems of radio-controlled ammunition neutralization means are considered.

Regardless of the level of economic, political and social development, any state cannot fully protect itself from the emergence of various emergencies related to the possibility of social or armed conflicts, manifestations of terrorist threats and others. As a rule, such situations are characterized by unexpected occurrence, unpredictability and rapid development of events, which create an increased danger to the functioning of state and public institutions, pose a threat to life and health of citizens and personnel involved in national security of Ukraine, including the NGU. At the same time, the problem of protecting NGU personnel when using the probable opposite side of radio-controlled ammunition comes to the fore. Currently, the NGU does not have any means of electronic disposal of radio-controlled ammunition. Thus, there is a problem of substantiating the need to create such methods and tools using modeling of various aspects of the use of such ammunition and their disposal. The first step in creating these methods and tools is to identify and analyze the characteristics of radio channels of radio-controlled ammunition using a variety of mobile antenna systems. These parameters of radio-controlled ammunition significantly determine the ability of NGU units to counter their actions in carrying out tasks to ensure the national security of Ukraine. The results of the analysis of frequency ranges, range of radio–controlled ammunition are obtained. Losses on the route of radio signal propagation and bandwidth and sensitivity of receivers can be used as input data in creating a method of substantiation of technical characteristics of mobile antenna systems for radioactive ammunition disposal. The direction of further research is to determine the features of electronic disposal of radio-controlled ammunition.

Keywords: *radio-controlled ammunition, electromagnetic impulse, ultra-wideband signal, ultra-high frequency signal.*

Іохов Олександр Юрійович – доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри військового зв'язку та інформатизації Національної академії Національної гвардії України
http://orcid.org/0000-0002-1718-0138

Каплун Євген Олександрович – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України
http://orcid.org/0000-0002-1085-446X

Сальніков Олександр Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри військового зв'язку та інформатизації Національної академії Національної гвардії України
http://orcid.org/0000-0003-4973-9634