

УДК 621.396.677

О. В. Ченикаєв, Г. В. Єрмаков, М. І. Новіков

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІОЛІНІЙ УПРАВЛІННЯ ВИБУХОВИМИ ПРИБОРАМИ

Проаналізовані технічні характеристики радіоліній управління вибуховими пристроями: частотний діапазон, дальність дії, втрати на трасі, смуга частот і чутливість приймача. Наведені числові значення характеристик, необхідні для ефективної роботи радіолінії.

К л ю ч о в і с л о в а: радіолінія управління вибуховими пристроями, антена, чутливість приймача, втрати на трасі.

Постановка проблеми. У воєнних конфліктах останнього часу, в тому числі й терористичних операціях, спостерігається широке застосування радіокерованих вибухових пристроїв (РКВП), що значно загострило проблему забезпечення живучості об'єктів озброєння та військової техніки, отже, й ефективності їх бойового застосування.

Частіше за все РКВП використовують під час нападу на воєнні колони, транспортні автомобілі, бронетехніку й т. ін. Не виключена можливість їх застосування по стаціонарних об'єктах воєнного й цивільного призначень або об'єктах особливої важливості (АЕС, хімічні заводи, телецентри). Заряди можуть установлювати на ділянках дороги, конструкціях мостів, шляхопроводів, тунелей та інших дорожніх об'єктах; не виключене закладання вибухових речовин у автомобілі й укриття, розташовані поблизу від об'єкта ураження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Параметри каналів передавання інформації для РКВП визначаються їхніми складовими.

Передавальна частина РКВП складається з пульта керування, шифратора, що формує код команди, передавача з антеною, який генерує й випромінює радіосигнал з модуляцією команди приймальної частини на підриив. Приймальна частина складається з антени, приймача радіосигналу, дешифратора і виконавчого пристрою, наприклад, типу електронного ключа або електромагнітного реле. Приймач здійснює первинну частотну селекцію радіосигналів і виділення командного сигналу. Код прийнятої команди порівнюється в дешифраторі з опорним кодом, у разі його збігу формується команда, що подається на виконавчий пристрій. Останній подає напругу на електровибухове коло пристрою, яке складають засоби ініціювання (наприклад, електродетонатор), з'єднувальний провід і запобіжні елементи (перемикачі, замикачі й т. п.) [1–3].

Метою статті є аналіз технічних характеристик радіоліній управління вибуховими пристроями.

Виклад основного матеріалу.

Частотний діапазон. Існує велика ймовірність використання у РКВП апаратури, що випускається промисловістю для дистанційного керування різноманітними моделями. Розподіл радіочастот, виділених у різних країнах для радіокерування згідно з регламентом радіозв'язку, охоплює ділянки частотного діапазону від 20 до 500 МГц.

Мобільні радіостанції загального застосування, системи пейджингового й стільникового зв'язку працюють в окремих діапазонах частот до 2000 МГц, які виділені також для наукових, промислових і медичних цілей. Наразі інтенсивно освоюється діапазон частот 2300... 2400 МГц. Найбільш імовірним частотним діапазоном для РКВП є діапазон до 1000 МГц, також імовірно застосування розширеного діапазону до 2000 МГц. У перспективі слід очікувати розширення діапазону РКВП до 3000 МГц.

Дальність дії РКВП залежить від енергетичного потенціалу передавача й чутливості приймача. Енергетичний потенціал є добутком значень потужності вихідного підсилювача передавача й коефіцієнта підсилення випромінюючої антени.

У переносному варіанті передавальної частини вихідна потужність передавача може бути від часток до одиниць Вт. У випадку подавання команди на підриив з автомобіля можуть використовувати автомобільну радіостанцію загального застосування, вихідна потужність якої може бути декілька десятків Вт. У такому разі дальність дії РКВП може бути значно більше, ніж у переносного передавача.

Ефективне посилення передавальної й приймальної антен визначається конструкцією і їх допустимими розмірами. Більшість антен, використовуваних у РКВП, є антенами штирового типу й виконані у вигляді телескопічних антен або відрізків проводів. Найчастіше розміри антен суттєво коротші, ніж $0,5\lambda$ (λ – робоча довжина хвилі) через те, що потрібно забезпечити їхню прихованість. У діапазоні частот 20... 100 МГц розміри антен становлять не більше $(0,05... 0,1)\lambda$, що визначає їхню низьку ефективність. У більш високочастотному діапазоні розміри антен наближаються до $0,5\lambda$. На частотах 200... 500 МГц часто застосовують рамкові антени з розмірами витків порядку 25×50 мм. Аналіз публікацій показує, що неоптимальність розмірів антен призводить до того, що їхнє ефективне підсилення складає не більше 6 дБ.

Втрати на трасі. Втрати потужності сигналу на трасі можуть бути поляризаційними й дальнісними. Поляризаційні втрати спричинені неоптимальним розташуванням випромінюючої й приймальної антен відносно одна одної, щоб виконати вимоги прихованості їх розміщення. У цьому випадку додаткові втрати можна оцінити величиною 3 дБ [2].

Через близькість траси проходження радіосигналів РКВП до земної поверхні потужність сигналу убуває пропорційно 4-му степеню (замість 2-го для випадку поширення у вільному просторі) [3]. Це означає, що при подвоєнні дальності дії втрати при проходженні сигналу уздовж поверхні Землі змінюються на 12 дБ, а у вільному просторі тільки на 6 дБ. Для відкритого простору втрати на трасі довжиною 50 м між ізотропними антенами в сільській місцевості на частоті 30 МГц дорівнюють 30 дБ і 78 дБ на частоті 1000 МГц. Сумарні втрати на трасі РКВП фактично визначають мінімальну відстань від терориста до підривного пристрою.

Ширина смуги частот і чутливість приймача. У РКВП можуть використовувати приймачі, складені за супергетеродинною або надрегенераційною схемами. Останні мають високу чутливість, але трохи поступаються супергетеродинним за рівнями шумів і стабільністю роботи, одночасно перевершуючи їх за габаритами, масою й енергоспоживанням. Погоджені зі спектром командного сигналу смуги пропускання приймачів за високою частотою становлять 5... 20 кГц для супергетеродинних і 200... 300 кГц для надрегенераційних приймачів. Найбільш імовірно очікуване значення чутливості приймачів складає від 2 до 10 мкВ [1].

Зазначені параметри РКВП істотно визначають можливості протидії проведенню диверсійних акцій.

Висновки

У статті проаналізовані технічні характеристики радіоліній управління вибуховими пристроями: частотний діапазон, дальність дії, втрати на трасі, смуга частот і чутливість приймача. Наведені числові значення характеристик, необхідні для ефективної роботи радіолінії. Зазначені параметри РКВП істотно визначають можливості протидії проведенню диверсійних акцій.

Список використаних джерел

1. Исхаков, Б. Проблемы борьбы с радиоуправляемыми взрывными устройствами [Текст] / Б. Исхаков, В. Каргашин, Л. Юдин // Специальная техника. – 2000. – № 2. – С. 8–14.
2. Исхаков, Б. Радиоэлектронное подавление радиоуправляемых взрывных устройств [Текст] / Б. Исхаков, Л. Юдин, К. Фомичев // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 1999. – № 2. – С. 21–26.
3. Lusgarten, M. N. An Empirical Propagation Model (EPM-73) [Текст] / M. N. Lusgarten, James A. Madison // IEEE Transactions on electromagnetic Compatibility. – 1977. – Vol. EMS – 19. – № 3, august. – P. 301–309.

Стаття надійшла до редакції 28.11.2014 р.