

ПРИСТРОЇ БЛОКУВАННЯ РАДІОПІДРИВНИКІВ

Криворот Є.І.

(Науковий керівник — к.т.н., доц. Бичковський В.О)

На сьогоднішній час вкрай серйозно постала проблема протидії радіопідривникам, які широко використовуються в зонах воєнних конфліктів для ефективного знищення майна і сил противника. Тому з появою перших радіопідривників виникла потреба в побудові таких пристроїв, які б блокували їх сигнали або провокували передчасне спрацювання на безпечній відстані.

Радіопідричник в загальному виді — це приймально-передавальний пристрій, який розташовують в бойовій частині [1].

Принцип дії радіопідричника залежить від його типу. За типом радіопідривники поділяються на імпульсні, доплерівські (частотні) і фазові.

В імпульсному радіопідривнику виробляються високочастотні імпульси малої тривалості, що випромінюються антеною в напрямку цілі. Відбиті сигнали приймаються антеною радіопідричника, надходять в приймальний пристрій і на каскад співпадіння, куди подається строб - імпульс. При співпаданні сигналів подається команда підриву детонатора бойової частини. Тривалість строб-імпульсів обумовлює діапазон можливих дальностей спрацювання детонатора.

Принцип роботи доплерівського радіопідричника заснований на ефекті Доплера, тобто снаряд або ракета летить до цілі, підричник випромінює радіохвилі деякої частоти і реєструє частоту відбитого від цілі сигналу. Частота Доплера має додатній знак, а після прольоту цілі - від'ємний і проходить через нуль в момент прольоту цілі. Тобто частота Доплера нульова в момент найбільшого зближення радіопідричника з ціллю. В цей момент подається команда на спрацювання бойової частини[2].

При використанні фазового методу пеленгації в приймальні канали радіопідричника до старту або перед включенням видається деяка різниця фаз. Далі відбувається стеження по швидкості (частоті Доплера), яке здійснюється системою стеження за рахунок зміни частоти гетеродина. Один з каналів містить керований фазообертач, куди вводиться заданий до старту фазовий зсув, відповідний розрахунковому куту спрацювання. Коли різниця фаз в каналах зрівняється із заданою, фазовий детектор подає команду на спрацювання.

Діаграма направленості антени радіопідричника має бути узгоджена у просторі з областю розльоту осколків бойової частини.

Розглянемо варіанти протидії радіопідривникам для їх блокування або передчасного спрацювання. Знаючи принцип роботи радіопідривників, можна назвати декілька способів, які дозволять поставити завади і

блокувати їх роботу. Ця задача може вирішуватися декількома способами, залежно від типу радіопідрильників (амплітудний, частотний або фазовий).

Постановку завад для протидії доплерівському радіопідрильнику можна організувати за допомогою ретрансляції сигналу і постановкою завади на несучій частоті радіопідрильника. Передавач завад може знаходитись на літальному апараті або на стаціонарному об'єкті на землі. Також можна внести додатковий доплерівський зсув по частоті для імітації прольоту цілі і для передчасного спрацьовування бойової частини ракети або снаряду. Доплерівський зсув вводиться за допомогою амплітудної або частотної модуляції перевипроміненого сигналу радіопідрильника [2].

Для імпульсного радіопідрильника можна поставити завади за рахунок перевипромінювання його сигналу із збільшенням його амплітуди до рівня, який перевищує порог чутливості радіопідрильника. Тоді його робота буде заблокована.

Так як ми не знаємо точно, якому радіопідрильнику ставимо завади, доцільно використати комбінований спосіб постановки завад, який полягає в тому, що ми одночасно вносимо частотний зсув в ретрансльований сигнал і збільшуємо його амплітуду.

Аналіз траєкторії польоту ракет і снарядів показує, що ефективна постановка завад радіопідрильникам має місце при потраплянні завади по бокових пелюстках діаграми спрямованості антени підрильника. Варто зазначити, що між приймальною і передавальною антенами ретранслятора потрібно зробити гарну розв'язку, оскільки, якщо вона буде поганою, може виникнути зворотній зв'язок і генерація, через яку ретрансляція сигналу буде неможлива.

Розрахуємо орієнтовно потужність ретрансльованого сигналу, яка потрібна для блокування роботи радіопідрильника. Вважаємо, що спрацьовування радіопідрильника гарантовано при наявності на його вході завади потужністю $P_z = m \cdot P_{a \min}$, де $P_{a \min}$ — мінімальна потужність корисного сигналу, який ще можна зареєструвати; m — коефіцієнт, який більше або дорівнює одиниці. Тоді відстань спрацьовування радіопідрильника можна записати у вигляді $r = R \cdot F$, де F — функція діаграми направленості антени генератора завад [3]. Максимальна відстань R , на яку можна подати заваду, визначається з формули

$$R = \sqrt{\frac{4\pi \cdot P_z \cdot r_0^4}{m \cdot P_{pn} \cdot S_0 \cdot D_{nep} \cdot F_{nep0}^2 \cdot F_{np0}^2}}.$$

Таким чином, мінімальна потужність завади, яка приведе до блокування роботи радіопідрильника

$$P_z = \frac{R^2 \cdot m \cdot P_{pn} \cdot S_0 \cdot D_{nep} \cdot F_{nep0}^2 \cdot F_{np0}^2}{4\pi \cdot r_0^4},$$

де P_{pn} — потужність випромінювання передавача радіопідривника;
 r_0 — максимальна дальність дії радіопідривника; S_0 — ефективна відбиваюча площа об'єкта; D_{nep} — КНД передавальної антени генератора завад; F_{nep0} — функція направленості передавальної антени генератора завад; F_{np0} — функція направленості приймальної антени генератора завад.

Аналіз формул показує, що чим більша відстань до радіопідривника, тим більш потужну заваду треба створити.

Найбільш ефективним способом протидії радіопідривникам всіх типів є пастки. Радіопідривник буде реагувати на таку пастку як на реальну ціль. Якщо розташовувати пастки між ціллю і ракетою або снарядом, можна забезпечити захист цілі. При наближенні ракети або снаряду до пастки рівень сигналу ретрансляційної завади на вході радіопідривника збільшується і досягає максимуму, коли доплерівська частота дорівнює нулю. Тоді стається спрацювання радіопідривника. Не дивлячись на те, що така реалізація здається простою, насправді виникає складна задача побудови багатокаскадних підсилювачів з високим коефіцієнтом підсилення і стійкістю.

Доцільним слід вважати використання пристроїв блокування радіопідривників з декількома частотними каналами. Прилад містить блок формування завади і декілька блоків частотних каналів подавлення. Частотні канали мають приймально-передавальну антену, яка з'єднується з антенним комутатором, містять блок виявлення сигналів і передавач завади. Блок виявлення сигналів — супергетеродин, який містить підсилювач частоти, керований гетеродин, підсилювач проміжної частоти і детектор. Передавач завади містить генератор частот, яким можна керувати, і підсилювач потужності завади. В блоці формування завади за характеристиками сигналу радіопідривника обираються параметри завад, які ставляться по різних частотних каналах.

Література

1. Пролейко В.М. О значении электроники. Военный аспект / В.М. Пролейко // Электроника: НТБ. — 2003. — № 4. — С. 60-65.
2. Леньшин А. В. Бортовые системы и комплексы радиоэлектронного подавления./ А. В. Леньшин— Воронеж : Научная книга, 2014. — 589 с
3. Коган И. М. Теория информации и проблемы ближней радиолокации. / И. М. Коган. — М. : Сов. радио. — 1968. — 144 с.