

УДК 621.391.266

Чорнобородов М.П.¹, Бугрова Т.І.², Мороз Г.В.³

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асист. НУ «Запорізька політехніка»

РЛС, ЗАХИЩЕНА ВІД ВПЛИВУ ІМІТАЦІЙНИХ ЗАВАД

До радіолокаційних засобів виявлення, спостереження та наведення на ціль зенітних ракетних комплексів висуваються жорсткі вимоги щодо забезпечення працездатності радіолокаційних станцій (РЛС) у складній сигнально-завадовій ситуації. Основними вимогами, що висуваються до РЛС, є забезпечення високих імовірностей виявлення цілей на тлі потужних сигналів і завад.

Одним із джерел походження цих потужних сигналів є постановники імітаційних завад. Такий постановник містить широкосмуговий панорамний приймач, здатний визначити робочу частоту і розпізнати структуру сигналу зондування ворожої РЛС. Постановник формує сигнали розвіданої структури і періодично випромінює їх на робочій частоті станції противника, створюючи їй імітаційну заваду. Але якою б швидкодіючою не була система обробки сигналів у постановнику, фактично, він формує сигнал завади лише під наступний період зондування. Інакше – він мусить знаходитись у ближній зоні РЛС.

Для захисту від імітаційних завад треба створити такі умови, аби постановник завад працював в умовах апіорної невизначеності. Цього можна досягнути шляхом зміни для кожного імпульсу зондування хоча б одного з трьох параметрів: носійної частоти, періоду повторення або структури (закону модуляції).

Зміна періоду повторення випромінених імпульсів або їх носійної частоти від зондування до зондування призведе до зміни доплерівської частоти відбитого сигналу й унеможливить селекцію рухомих цілей у когерентно-імпульсних РЛС.

Зміна ж структури імпульсів від зондування до зондування призведе до невизначеності у формуванні закону модуляції сигналу у передавачі постановника. Задача створення ансамблю радіолокаційних сигналів з метою захисту РЛС від імітаційних завад є нерозв'язаною.

У радіолокації отримали поширення наступні типи модуляції: лінійна частотна (ЛЧМ) й фазова кодова (ФКМ). У випадку ЛЧМ, можливі лише два типи сигналів: коли частота наростає і коли вона збігає. Тому за ЛЧМ не можливе створення ансамблю радіолокаційних сигналів. Потенційно, ФКМ має істотно більше ступенів волі і тому є об'єктом досліджень.

Максимальне відношення сигнал/шум за оптимальної фільтрації забезпечують радіосигнали, фазоманіпульовані за кодом Баркера. Ці послідовності забезпечують мінімальний рівень бічних пелюсток (РБП) стиснутого сигналу на виході узгодженого фільтра ($\text{РБП}=1/N$, де N - довжина кодової послідовності). Найдовшим і, відповідно, найпоширенішим, є 13-позиційний код Баркера. Оскільки із збільшенням N зростає коефіцієнт когерентного накопичення сигналу на виході узгодженого фільтра, то використання у сусідніх періодах зондування кодів з істотно різними довжинами відчутно збільшуватиме флюктуації амплітуд відбитого сигналу. Тому синтез нових кодових послідовностей виконано для випадку $N=13..15$.

Для кожного N відібрано по шість послідовностей: дві – з $\text{РБП} \geq 1/N$, чотири – з $\text{РБП} < 1/N$.

На рис. 1 наведено імовірності вірного виявлення цілі на тлі пасивної завади на виході фільтра стиснення для знайдених кодових послідовностей за імовірності хибних тривог 10^{-3} у випадку обробки одиночного імпульсу зондування (а не пачки імпульсів). Здебільшого, через різний рівень бічних пелюсток на виході фільтра стиснення неоптимальних сигналів (для яких $\text{РБП} > 1/N$) криві характеристик виявлення проходять на 1..3 дБ (на рівні $F_{\text{в.в.}} = 0,9$) лівіше від відповідних характеристик для оптимальних сигналів (для яких $\text{РБП} \leq 1/N$). Порівняно до фільтра Баркера (в залежності від кодової послідовності), для синтезованих послідовностей отримано зменшення вихідного відношення сигнал/шум на 0,07..1,2 дБ.

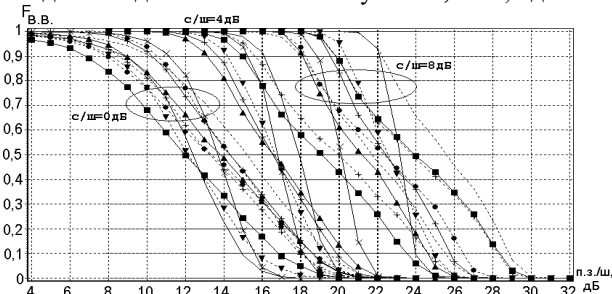


Рисунок 2– Ймовірності вірного виявлення цілі на тлі пасивної завади

Використовуючи рис. 1, можна відібрати ті кодові послідовності з синтезованих, які, хоча б, і знизили ефективність роботи РЛС в межах допустимого рівня, але забезпечили б її працездатність в умовах дії прицільних імітаційних завад. Зважаючи на наявність втрат під час приймання імпульсів зондування з неоптимальними кодовими послідовностями, можна рекомендувати їх застосування лише у підрежимах роботи РЛС (тобто, у неосновному режимі роботи станції).