

Камчатний М. І., Коробков Ю. В., Шимко А. С.

ЗАХИСТ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РАДІОЛОКАТОРА ВІД ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ РЕЖИМУ АДАПТИВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДАЛЬНОСТІ ДО ЦІЛІ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ

Анотація: аналізуються сучасні методи регулювання параметрів зондувального сигналу РЛС безперервного випромінювання ЗРК, пропонуються способи автоматичного регулювання інтенсивності зондувального сигналу в залежності від дальності до супроводжуваної цілі для підвищення енергетичної незамінності роботи РЛС та розширення динамічного діапазону його приймального пристрою.

Ключові слова: багатофункціональний радіолокатор, передавальний пристрій, зондувальний сигнал, приймальний пристрій, динамічний діапазон, ЗРК, адаптивне регулювання.

Abstract: Modern methods of regulating the parameters of the radar probing signal of continuous-wave air defense missile systems are analyzed, and methods for automatic adjustment of the probing signal intensity depending on the distance to the tracked target are proposed to improve the energy efficiency of the radar operation and to expand the dynamic range of its receiving.

Keywords: multifunctional radar, transmitting device, probing signal, receiving device, dynamic range, SAM, adaptive adjustment.

До складу всіх типів сучасних зенітних ракетних комплексів входять радіолокатори розвідки, виявлення, цілеуказування, наведення зенітних керованих ракет (ЗКР), підсвічування цілі, тощо. Як правило, вони мають потужне випромінювання, що демаскує їх, а наявність відкритих антенних систем та приймально – передавальних постів, не закритих спеціальним укриттям, робить їх уразливими до засобів ураження, які самотакоються на випромінювання, наприклад протирадіолокаційних ракет.

Актуальним є питання підвищення енергетичної незамінності роботи радіолокатора за рахунок керування рівнем випромінювання залежно від дальності до цілі, що супроводжується.

Пропонується спосіб автоматичного керування рівнем потужності зондувального сигналу багатофункціонального радіолокатора ЗРК залежно від дальності до супроводжуваної цілі з метою підвищення енергетичної незамінності роботи радіолокатора, розширення динамічного діапазону його приймального пристрою.

Потужність сигналу, відбитого від цілі, залежить в загальному випадку від її ефективної відбиваючої поверхні (ЕПР) та дальності до цілі. По мірі наближення цілі до радіолокатора потужність відбитого сигналу зростає і, починаючи з деякої дальності, перевищує потрібне для надійного супроводу цілі значення. Це призводить до нераціонального використання потенціалу РЛС. Таким чином, доцільно було би забезпечувати тільки потрібний рівень відбитого від цілі сигналу, а при збільшенні зверх потрібного добиватися його зниження до потрібного рівня за рахунок зменшення потужності сигналу передавача. Зазначена процедура може бути реалізована шляхом контролю рівня сигналу, відбитого від цілі, або на вході приймача радіолокатора так і на його виході. І при перевищенні рівня відбитого від цілі сигналу порогового значення отримане перевищення може бути використано в якості керуючої напруги для регулювання рівня потужності сигналу передавача. При чому ця операція має виконуватися по кожній цілі, що супроводжується радіолокатором.

Автоматичне захоплення цілі на супровід в багатоканальному радіолокаторі здійснюється при перевищенні співвідношення сигнал/шум на виході приймача супроводу цілі порогу автосупроводу (порогу АС). Перевищення зазначеного порогу забезпечується на відповідних дальностях до цілі в залежності від типу цілі. При наближенні цілі на меншу відстань співвідношення сигнал/шум на виході приймача буде значно перевищувати потрібне

значення. Підтримування вказаного співвідношення на потрібному рівні може бути здійснено шляхом зниження потужності зондувального сигналу.

Пропонується схема пристрою контролю рівня прийнятого сигналу на вході приймача та схема регулювання потужності випромінюваного сигналу залежно від виміряного рівня. При цьому утворюється замкнута система автоматичного регулювання потужності сигналу передавача залежно від інтенсивності прийнятого сигналу, відбитого від цілі, що супроводжується РЛС. А так як інтенсивність сигналу відбитого від цілі залежить від дальності до цілі, то тим самим здійснювалося поступове автоматичне регулювання потужності сигналу передавача в залежності від дальності до супроводжуваної цілі. Даний спосіб регулювання потужності сигналу передавача багатофункціонального радіолокатора є досить простим. Але його недоліком є те, що сигнал на вході приймача може перевищити заданий поріг не тільки за рахунок зростання рівня сигналу відбитого від цілі, але також за рахунок впливу активної перешкоди. Це обмежує можливість супроводження цілі РЛС в умовах застосування ціллю активних перешкод.

Зазначений недолік усувається при контролі рівня відбитого від цілі сигналу на виході його приймального пристрою. Дійсно, в процесі обробки прийнятого сигналу в приймачі РЛС здійснюється, як правило, компенсація активних перешкод за допомогою автокомпенсатора перешкод (АКП) та подавлення пасивних перешкод і відбитих від місцевих предметів сигналів за допомогою режекторних фільтрів. Тому на рівень сигналу на виході приймача завади практично не впливають. Разом з тим, у більшості приймальних пристроїв РЛС підтримується практично постійний рівень сигналу на їх виході за допомогою схеми автоматичного регулювання підсилення (АРП), яка і забезпечує потрібний динамічний діапазон. Тому безпосередньо сигнал з виходу приймального пристрою РЛС не несе інформації про рівень сигналу, відбитого від цілі, що супроводжується. Така інформація є у рівні напруги АРП, яка при збільшенні рівня вхідного сигналу пропорційно зростає за модулем (напруга АРП є від'ємною). Ця напруга використовується в радіолокаторі для визначення можливості переведення його в режим автоматичного супроводу цілі (режим АС) шляхом порівняння її з пороговою напругою (порогом АС). Таким чином, другим способом регулювання потужності зондувального сигналу в залежності від дальності до супроводжуваної радіолокатором цілі може бути спосіб, в якому рівень прийнятого сигналу оцінюється по величині напруги схеми автоматичного регулювання підсилення і при перевищенні напруги АРП порогового значення (порогу АС), потрібного для захвату цілі на АС та надійного автосупроводу і формується сигнал керування потужністю передавача. При цьому також утвориться замкнута слідкувальна система, яка буде автоматично відслідковувати рівень зондувального сигналу, підтримуючи при цьому постійне значення напруги АРП приймача радіолокатора, рівне порогу АС.

Список використаних джерел.

1. "Fundamentals of Radar Signal Processing" Mark A. Richards, Ph.D. Georgia Institute of Technology 2014.-894с.
2. "Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору" / Київ 2023. 212 с. / К.С. Васюта, О.В., Тесленко, В.М. Куприй, О.А. Малишев.
3. "Аналіз протирадіолокаційних ракет збройних сил російської федерації та їх оцінювання як цілей для зенітних підрозділів" / Харків : ХНУПС. О.В. Корсунов, Ю.О. Лезік, М.І. Галкін, М.В. Литвиненко.
4. "Збройна боротьба у повітрі і космосі" / за ред. М. О. Єрмошина. Харків : ХНУПС. 2019. 492 с.
5. "Бойове застосування високоточних засобів ураження і особливості боротьби з ними" : навч. посіб. / Харків : ХУПС, 2016. 272 с. / В. І. Ткаченко, С. П. Ярош, Є. Б. Смірнов та ін.; за ред. В. І. Ткаченка.
6. Ткачук В. М. "Радіопередавальні пристрої": навч. посібник. / В. М. Ткачук, С. М. Цирульник, Т. А. Петренко. – Вінниця : Т. П. Барановська, 2015. – 188 с.
7. Сухаревський О. І., Василюк В. О., Нечитайло С. В. "Довідник характеристик розсіювання повітряних та наземних радіолокаційних об'єктів". Харків : ХНУПС, 2019. 304 с.

8. “Теорія радіолокаційних систем (видання друге)” : підручник / Б.Ф. Бондаренко, В.В. Вишнівський, В.П. Долгушин та інші; за заг.ред. С.В. Ленкова. – “Київський університет”, 2011.- 383с.

9. “Основи теорії радіотехнічних систем”: навч. посібник. – Львів: Львівська політехніка, 2005. -240 с.

Камчатний Микола Іванови – кандидат технічних наук, доцент, кафедри факультету, Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, e- mail : mikolakamcatnij@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1111-6813>

Коробков Юрій Вікторович – старший викладач кафедри факультету, Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Харків, Україна, e - mail : juriykor777@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4487-4714>

Шимко Анастасія Сергіївна – слухач штатний навчального курсу факультету, Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Харків, Україна, e - mail : shymko.anastasia08@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-0182-5936>

Kamchatny Mykola Ivanovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University. Kharkiv, Ukraine, e - mail: mikolakamcatnij@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1111-6813>

Korobkov Yurii Viktorovich – Senior teacher of the department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e - mail : juriykor777@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4487-4714>

Shymko Anastasiia Sergeevna – a full-time student of the training course department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University. Kharkiv, Ukraine, e - mail: shymko.anastasia08@gmail.com , <https://orcid.org/0009-0003-0182-5936>