

## ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТТА НА ОБЗОРА ВЪРХУ КОЕФИЦИЕНТА НА ПОДАВЯНЕ НА РЛС

Инж. Севдалин Иванов Спасов,  
ст.н.с. II ст. д-р инж. Ангел Трайков Карамисhev  
Институт за Перспективни Изследвания за Отбраната;  
ИА"ЦВО"

**INFLUENCE OF SURVEY'S SPEED ON THE RADAR'S SUPPRESS FACTOR.** A methods for determine suppress factor for radar with accelerated survey have been offered on the base of processing of radar's information by the method "k of m" and accepted practical probability for false alert along the all sector of survey. A formula for determine admissible theoretical probability for false alert had been made on the base of admissible practical probability for false alert along the all sector of survey  $F_{n,m}$ , number of surveys - "m", and different elements of detect - "n".

На базата на обработка на радиолокационната информация по метода "k от m" и приета практическа вероятност за лъжлива тревога по целия сектор на обзора се предлага методика за определяне коефициента на подавяне за РЛС с ускорен обзор.

На основата на допустимата практическа вероятност за лъжлива тревога по целия сектор на обзора  $F_{n,m}$  броя на обзорите m и елементите за различните n са изведени аналитични зависимости за определяне допустимата теоретична вероятност за лъжлива тревога F.

Известно е, че коефициентът на подавяне на дадена РЛС по мощност ( $K_n$ ) зависи освен от вида на смущенията и сигнала, а също и от характеристиките на подавяния приемник и се дефинира, като минимално необходимо отношение на мощностите на смущенията и сигнала на входа на приемника (в пределите на лентата на пропускане на линейната му част), при което се достига необходимата степен на подавяне [1, 2].

Изискванията предявени към степента на подавяне на РЛС, задавани във вид на определено ниво на понижаване на вероятността за правилно откриване (D) при зададена вероятност за лъжлива тревога (F) определят величината на  $K_n$ . За повечето практически важни случаи приемат  $D=0,5$  и  $F=10^{-2} \div 10^{-5}$ .

Дадените в [1,2] и показани на фиг.1 графични зависимости за определяне на  $K_n$  във функция от броя на приетите импулси се отнасят за РЛС с кръгов обзор, където пълния цикъл на обзора ( $T_{обз}$ ) е много по- голям от времето за решение ( $t_{реш}$ ). Това означава, че решение за наличие или отсъствие на цел се взема по резултатите от радиолокационното наблюдение за всеки цикъл на обзора ( $m=1$ ), а резултатите от съседните цикли не влияят на изхода на решението в дадения цикъл.

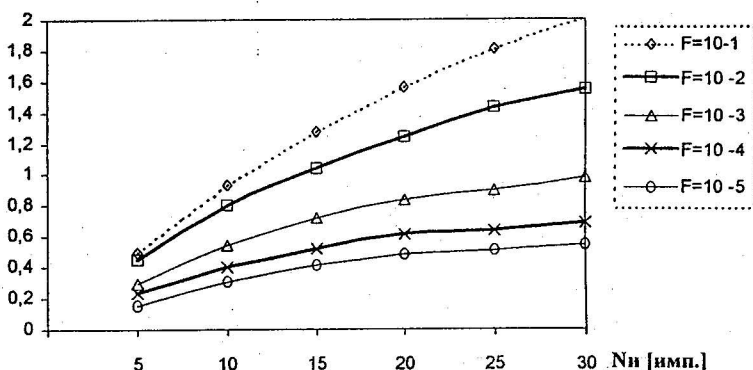


В РЛС с ускорен обзор времето за решение ( $t_{\text{реш}}$ ) е по-голямо от периода на обзора ( $T_{\text{обз}}$ ), т.е. -  $T_{\text{обз}} \ll t_{\text{реш}}$  което означава, че решение за наличие или отсъствие на цел се взема по резултатите от радиолокационното наблюдение за няколко цикла на обзора ( $m = t_{\text{реш}} / T_{\text{обз}}$ ) последователни цикъла на обзор. Ето защо непосредственото използване на графичните зависимости от фиг.1, пренебрегвайки останалите цикли на обзора за разлика от РЛС с бавен обзор е некоректно и би довело до значителни грешки при решаване на различни системни задачи свързани с определяне на  $K_n$ .

Показано е че използването на няколко цикъла на обзора в процеса на вземане на решение, изисква значително по-голяма стойност на  $K_n$  в сравнение с РЛС с бавен обзор. Причина за това е увеличаването на допустимата вероятност за лъжлива тревога за един цикъл на обзора и един елемент на различие при съхраняване вероятността за правилно откриване, което е еквивалентно на подобряване на характеристиките на откриване на системата.

В настоящата работа на базата на обработка на радиолокационната информация по метода "k от m" и приета практическата вероятност за лъжлива тревога по целия сектор на обзора  $F_{n,m}$  се предлага методика за определяне на коефициента на подавяне за РЛС с ускорен обзор с използване графичните зависимости за РЛС с бавен обзор, дадени в [1,2] и показани на фиг.1.

$K_n$  [пъти]



фиг. 1

Нека РЛС с ускорен обзор извършва търсене на цел в сектор с  $n$  елемента на различие. Всеки от тези елементи може да се яви източник на лъжлива тревога, чиято вероятност за един цикъл на



обзора е  $F$ . На практика решение за наличие или отсъствие на цел се взема по няколко последователни обзора  $m$  или част от тях " $k$  от  $m$ ". Лъжливите тревоги в даден елемент на различие от обзор към обзор са независими равновероятни събития. Условните вероятности за лъжлива тревога  $F_{1,k/m}$  и правилно неоткриване  $F_{1,k/m}$  се определят с помощта на биномиалния закон:

$$F_{1,k/m} = \sum_{j=k}^m C_m^j F^j (1-F)^{m-j}, \quad (1)$$

Където:

$$C_m^j = \frac{m!}{j!(m-j)!}$$

са биномиални коефициенти.

Логично е да се счита, че решение, съответстващо на лъжлива тревога за един елемент на различие, се взема на базата на стабилната повтораемост на лъжливите тревоги за цялото  $t_{\text{реш}}$ , т. е. На базата на  $m$  лъжливи тревоги за  $m$  обзора. Полагайки  $k=m$  получаваме:

$$F_{1,m} = F^m \quad (2)$$

Условната вероятност за правилно неоткриване за един елемент на различие за  $m$  обзора е:

$$\widehat{F}_{1,m} = 1 - F_{1,m} = 1 - F^m \quad (3)$$

Условната вероятност за правилно неоткриване за  $m$  обзора за  $n$  елемента на различие с отчитане независимостта на събитията е:

$$\widehat{F}_{n,m} = (\widehat{F}_{1,m})^n = (1 - F^m)^n \quad (4)$$

Оттук условната вероятност за лъжлива тревога за  $m$  обзора, за съвкупност от  $n$  елемента на различие, т. е. вероятността за лъжлива тревога за поне един елемент на различие от целия сектор за наблюдение за цялото  $t_{\text{реш}}$  е:

$$F_{n,m} = 1 - \widehat{F}_{n,m} = 1 - (1 - F^m)^n \quad (5)$$

И така, задавайки допустимата практическа вероятност за лъжлива тревога по целия сектор за наблюдение за цялото време за решение  $F_{n,m}$  и знаейки броя на елементите на различие  $n$  и броя на обзорите  $m$  за времето за решение, намираме допустимата теоретична



вероятност за лъжлива тревога  $F$  за един елемент на различие за един цикъл на обзора:

$$F = \sqrt[m]{1 - \sqrt[2]{1 - F_{n,m}}} \dots \dots \dots (6)$$

В същото време правилното откриване за разлика от независимите от обзор км обзор лъжливи тревоги се характеризира с висока корелираност, обусловена от фактическото наличие на цел в елемента на различие. Високата корелираност на събитията, стремящи се в предел към единица, означава, че вероятността за настъпване на  $m$  силно корелирани събития е равна на вероятността за извършване на едно от тях т. е.:

$$D_m = D \quad (7)$$

Броят на импулсите, облъчващи целта за един цикъл на обзора при секторно търсене се определя по израз:

$$N = \frac{\theta T_{обз}}{T_{п. \Phi_{обз}}} \dots \dots \dots (8)$$

- Където:
- $T_{п}$  е период на следване на импулсите на РЛС;
  - $\theta$  е ширина на диаграмата на насоченост на антената на ниво 0,5 по мощност;
  - $\Phi_{обз}$  е сектор на обзора.

В частен случай при  $\Phi_{обз} = 360^\circ$  и  $T_{обз} = 60 / \eta$ , (където  $\eta$  са обороти в минута) израз (8) приема известния ни вид за определяне на  $N$  при кръгов обзор.

За количествена оценка и представа, предложената методика ще бъде илюстрирана със следния пример.

### Пример

Нека РЛС с бавен и РЛС с ускорен обзор имат следните общи технически характеристики:  $T_{п} = 500 \mu s$ ;  $\tau_n = 0.5 \mu s$ ;  $\theta = 1^\circ$ . Първата е с период на обзора  $T_{обз} = 5$  s а втората с  $T_{обз} = 0.05$  s при сектор на обзора  $10^\circ$ .

И в двата случая времето за решение  $t_{реш} = 0.35$  s при допустима стойност на практическата вероятност за лъжлива тревога по целия сектор на обзора  $F_{n,m} = 10^{-3}$ .

Да се определят коефициентите на подавяне на двата типа РЛС.

I. РЛС с бавен обзор

1. Констатираме, че  $T_{обз} \gg t_{реш}$ ,



2. Намираме броя на елементите за различие по индикатора за кръгов обзор:

$$n = n_p \cdot n_d = \frac{\Phi_{обз}}{\theta} \cdot \frac{T_{п}}{\tau_{и}} = 36 \cdot 10^4$$

3. По израз (4) определяме допустимата стойност на теоретичната вероятност за лъжлива тревога F:

$$F = 1 - \sqrt[3]{1 - F_n} \approx 10^{-5}.$$

4. Определяме броя на импулсите, облъчващи целта за един обзор N=28.

5. По графичните зависимости на фиг.1 за  $F = 10^{-5}$  и  $N = 28$  определяме  $K_n = 0,56$ .

II. РЛС с ускорен обзор

1. Констатираме, че  $T_{обз} \ll t_{реш}$ ;

2. Намираме броя на обзорите за времето на решение:

$$m = \frac{t_{реш}}{T_{обз}} = 7$$

3. Определяме броя на елементите за различие в целия сектор на обзора:

$$n = n_p \cdot n_d = \frac{\Phi_{обз}}{\theta} \cdot \frac{T_{п}}{\tau_{и}} = 10^4$$

4. Определяме допустимата стойност на теоретичната вероятност за лъжлива тревога от израз (6):

$$F = 10^{-1}$$

5. По израз (8) намираме броя на импулсите, облъчващи целта за един цикъл на обзора:

$$N = 10$$

6. По графичните зависимости на фиг.1 за  $F = 10^{-1}$  и  $N = 10$  определяме  $K_n = 0,9$ .

В заключение следва да отбележим, че във всеки конкретен случай при решаване на системни задачи, свързани с определяне на коефициента на подавяне на РЛС с ускорен обзор и използване на графичните зависимости, дадени в [1,2] освен импулсите, облъчващи целта за един цикъл на обзора е необходимо по зададена практическа



вероятност за лъжлива тревога  $F_{п,л}$  да се определи теоретичната вероятност за лъжлива тревога  $F$ .

Използването на няколко цикъла на обзор в процеса на вземане на решение, което е характерно за РЛС с ускорен обзор изисква значително по-голяма стойност на коефициента на подавяне в сравнение с РЛС с бавен обзор. Причина за това е увеличаването на допустимата вероятност за лъжлива тревога за един цикъл на обзора и един елемент на различие при съхраняване на вероятността за правилно откриване, което е еквивалентно на подобряване на характеристиките на откриване (ХО) на системата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Палий. Радиоэлектронная борьба, М., Воениздат, 1974.
2. А. И. Палий. Радиоэлектронная борьба, М., Воениздат, 1981.