

УДК:621.396.96

В.Ф. Зюкин<sup>1</sup>, Д.Ю. Свистунов<sup>1</sup>, А.В. Белавин<sup>2</sup><sup>1</sup> Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков<sup>2</sup> Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины, Винница

## ТРЕБОВАНИЯ К УДАЛЕНИЮ ИМИТАТОРОВ АКТИВНЫХ ПОМЕХ ПРИ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ РЛС

Рассчитываются точности оценки параметров зоны обнаружения РЛС в зависимости от удаления излучающего устройства, имитирующего реальный постановщик активных помех. Учитываются сферичность фазового фронта падающей на антенную решетку РЛС электромагнитной волны, а также переотражение помехи подстилающей поверхностью. Определяются требования к удалению имитатора помех при испытаниях РЛС.

**Ключевые слова:** постановщик активных помех, имитатор помех, зона обнаружения РЛС при воздействии помех.

### Введение

Оценка качественных показателей РЛС в условиях применения воздушным противником активных шумовых помех является важной и достаточно трудоемкой частью программ испытаний средств радиолокации на полигонах. При испытаниях в условиях помех обычно оцениваются параметры зоны обнаружения, точностные характеристики и разрешающие способности, возможности подавления помех и точности пеленгации их источников. В большинстве случаев для создания помеховой обстановки вместо дорогостоящих полетов реальных постановщиков активных помех (ПАП) используются маломощные имитирующие устройства, установленные, как правило, в дальней зоне антенны РЛС на удалении

$$r \geq kr_{\min} = kd^2/2\lambda, \quad (1)$$

где  $r_{\min} = d^2/2\lambda$  – ближняя граница [1] дальней зоны антенны;

$d$  – максимальный размер апертуры антенны;

$\lambda$  – длина волны РЛС;

$k$  – коэффициент, принимающий, по данным разных источников, значения от 1 до 4.

Излишнее удаление имитатора  $r$  нежелательно, т.к. растут требования к мощности его излучения, высоте установки; усложняются проблемы электромагнитной совместимости, технического обслуживания имитатора.

Размещение имитатора в ближней зоне может привести к получению некорректных результатов испытаний.

**Целью статьи** является уточнение условия (1) (значения коэффициента  $k$ ) на основе анализа влияния величины  $r$  на точность оценки конкретных показателей помехозащищенности при испытаниях РЛС.

### 1. Расчет зависимости точности оценки параметров зоны обнаружения РЛС от удаления имитатора помех

Пусть РЛС, размещенная на ровной горизонтальной поверхности, с плоской вертикально ориентированной прямоугольной эквидистантной антенной решеткой (АР) обеспечивает обнаружение целей заданного типа на изодальностном участке зоны обнаружения в круговую на дальности  $R_{\max}$  (далее  $R_{\max} = 240$  км).

В условиях шумовых помех, создаваемых ПАП, зона обнаружения сжимается и внешняя граница изодальностного участка будет функцией текущего азимута антенны РЛС  $\beta$ :

$$R(\beta) = R_{\max}/k_{\text{сж}}(\beta), \quad (2)$$

где коэффициент сжатия зоны обнаружения [1]:

$$k_{\text{сж}}(\beta) = [1 + (N)^{-1} \sum_{i=1}^m \frac{P_i G_i A_i}{\Delta f_i 4\pi r_{pi}^2}]^{0.25}. \quad (3)$$

Здесь  $N$  – спектральная плотность мощности собственного шума приемного устройства РЛС;

$i$  и  $m$  – номер и число ПАП;

$P_i, \Delta f_i, G_i$  – параметры излучения  $i$ -го ПАП: эффективно излучаемая мощность передатчика помех, ширина энергетического спектра шумовой помехи, коэффициент усиления антенны передатчика помех;

$r_{pi}$  – удаление  $i$ -го ПАП;

$A_i$  – эффективная площадь приёмной антенны (антенной решетки) РЛС для направления прихода и поляризации помехового колебания  $i$ -го ПАП.

С помощью коэффициента сжатия зоны обнаружения  $k_{\text{сж}}(\beta)$  оценим различия в дальности обнаружения  $R(\beta)$  и ширине сектора эффективного подавления  $\Delta\beta_{\text{эф}}$  при замене воздействующего на РЛС стандартного ПАП ( $m=1$ , поэтому далее индексы "i" опускаем) имитатором помех.

Для стандартного ПАП принимается, что при действии из зоны барражирования на удалении  $r_n=200$  км при высоте полета 7...10 км (угол места  $\epsilon_n=1...2^\circ$ ) его спектральная плотность мощности излучения

$N_n=PG/\Delta f=10...100$  Вт/МГц ( $10^{-5}...10^{-4}$  Вт/Гц), а спектральная плотность потока мощности у антенны РЛС

$$N_{n, РЛС}=N_n/4\pi r_n^2 \text{ Вт/Гц м}^2.$$

Будем считать, что сферические координаты ПАП ( $\beta_n, \epsilon_n, r_n$ ) и имитатора отличаются только дальностями  $r_n$  и  $r$ , при этом имитатор обеспечивает (с дальности  $r$ ) такую же спектральную плотность потока мощности у антенны РЛС  $N_{n, РЛС}$ , как и стандартный ПАП. Тогда выражение (2) можно представить в виде

$$R_j(\beta)=R_{\max}/k_{сж,j}(\beta)=R_{\max}/[1+(N)^{-1}N_{n, РЛС}AF_j^2(\beta-\beta_n, \epsilon_n)]^{0.25}, \quad (4)$$

где  $j$  – номер рассматриваемой модели испытаний РЛС;

$A$  – эффективная площадь АР;

$F_j(\beta, \epsilon)$  – подлежащее расчету нормированное выражение (характеристика направленности АР), описывающее характер модуляции помеховых колебаний при круговом обзоре пространства для  $j$ -й модели испытаний РЛС.

Рассмотрим три аналитических модели, соответствующие разным условиям испытаний.

В первой ( $j=1$ ) полагается, что на РЛС воздействует стандартный ПАП (с дальности  $r_n=200$  км, когда фазовый фронт падающей на АР электромагнитной волны можно считать плоским); переотражением помехи от подстилающей поверхности можно пренебречь. Тогда  $F_1(\beta, \epsilon)$  описывает диаграмму направленности (ДН) АР в свободном пространстве, нормированную к её максимальному значению  $F_{1\max}$ .

Вторая аналитическая модель ( $j=2$ ) отличается от первой тем, что при расчете функции  $F_2(\beta, \epsilon)$  необходимо учитывать искажения характеристики направленности АР, обусловленные переотражениями электромагнитных волн подстилающей поверхностью.

В третьей модели, в отличие от второй, стандартный ПАП заменяется удаленным на расстояние  $r \sim r_{\min} \ll r_n$  имитатором помех, поэтому при расчете функции  $F_3(\beta, \epsilon)$  дополнительно учитывается зависящая от  $r$  сферичность фазового фронта падающей на АР электромагнитной волны.

Функции  $F_2(\beta, \epsilon)$ ,  $F_3(\beta, \epsilon)$ , как и  $F_1(\beta, \epsilon)$ , нормируются к максимальному значению  $F_{1\max}$ .

При такой постановке задачи выражения  $F_1(\beta, \epsilon)$  и  $F_2(\beta, \epsilon)$  могут рассматриваться как частные случаи (при  $r \rightarrow r_n$ ) функции  $F_3(\beta, \epsilon)$ , методика расчета которой рассматривается ниже.

## 2. Методика расчета характеристики направленности АР $F(\beta, \epsilon)$

Для расчета  $F_3(\beta, \epsilon)$  воспользуемся геометрическими построениями рис. 1, где, на основе использования отражательной трактовки влияния подстилающей поверхности, показаны (имеющие нумерацию  $n=1, \dots, N$ ) элементы центрального столбца  $M \times N$  элементной АР (размером  $d_M \times d_N$ ) и его зеркальное отображение относительно плоской, однородной и горизонтальной отражающей поверхности, обозначенной горизонталью  $ED$ . Число столбцов  $M$  и строк  $N$  выбрано нечетным, так что, при симметрично спадающем к краям АР амплитудно-фазовом распределении (при симметричных весовых коэффициентах элементов АР  $V_m, m=1, \dots, M$ ;  $W_n, n=1, \dots, N$ ), положение центрального элемента (со значениями  $m=(M+1)/2$ ;  $n=(N+1)/2$ , или точка  $\Phi$  на рис.1) совпадает с положением фазового центра антенны и не меняется при её вращении по азимуту.

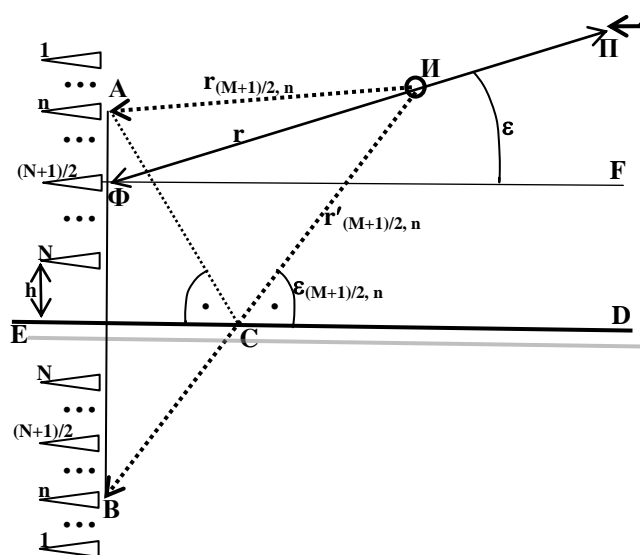


Рис. 1. Геометрические соотношения для расчета выражения  $F_3(\beta, \epsilon)$

Горизонтальный и вертикальный шаги между элементами АР, размещенными в узлах прямоугольной сетки, соответственно равны  $\Delta d_M=d_M/(M-1)$  и  $\Delta d_N=d_N/(N-1)$ ; нижний ( $N$ -й) элемент АР расположен над отражающей поверхностью на высоте  $h$  (далее  $h=3$  м).

На линии  $\Phi\Pi$ , соединяющей фазовый центр АР и стандартный источник помех (ПАП), в точке  $I$  на удалении  $r$  ( $\Phi I=r$ , при этом  $r>d_M$  и  $r>d_N$ ) размещен имитатор помех. Направление на оба источника помех в вертикальной плоскости (линия  $\Phi\Pi$ ) образует с горизонталью  $\Phi F$ , проведенной через фазовый центр АР, угол  $\epsilon$ .

Пунктирными линиями  $A I=r_{(M+1)/2, n}$  и  $A C+ C I= B C+ C I=r'_{(M+1)/2, n}$  показаны пути прохождения прямой и отраженной электромагнитных волн

от имитатора к n-му элементу центрального столбца AP. Пути прохождения волн к разным элементам AP не параллельны, что обуславливает сферичность фазового фронта падающей на AP электромагнитной волны. Для отраженной волны, падающей на поверхность раздела под углом ИСД= $\varepsilon_{(M+1)/2, n}$ , реальный путь AC заменяется эквивалентным (равным) ему мнимым путем BC, а для учета искажений вводится комплексный коэффициент отражения  $P(\varepsilon)$  (примем  $P(\varepsilon) = -\exp(-\varepsilon/2\varepsilon_n)$ , где  $\varepsilon_n$  – ширина луча ДН AP в угломестной плоскости по уровню половинной мощности).

Считая ДН антенны имитатора изотропной, пренебрегая пространственной и поляризационной избирательностью отдельных элементов AP (переходя к вычислению множителя AP), а также пренебрегая запаздыванием комплексной огибающей помехового колебания от источников помех в пределах апертуры AP и её зеркального отображения, представим сумму комплексных амплитуд колебаний в n-м элементе центрального столбца AP в виде

$$u_{(M+1)/2, n} = E \exp(-i2\pi r_{(M+1)/2, n} / \lambda) + P(\varepsilon_{(M+1)/2, n}) E \exp(-i2\pi r'_{(M+1)/2, n} / \lambda), \quad (5)$$

где E и  $\exp(-i2\pi r_{(M+1)/2, n} / \lambda)$ ,  $\exp(-i2\pi r'_{(M+1)/2, n} / \lambda)$  – комплексная амплитуда помехового колебания, обусловленного прямой электромагнитной волной, и фазовые множители, учитывающие её запаздывание на пути  $AI = r_{(M+1)/2, n}$  и  $VI = r'_{(M+1)/2, n}$ . Вид единого для всех элементов AP сомножителя E (с учетом последующей нормировки) несущественен, поэтому без потери общности примем  $E=1$ .

Для вычисления (5) в качестве опорных используем значения  $r$ ,  $\varepsilon$  и параметры AP. Из рассмотрения косоугольных треугольников АФИ и ВФИ ( $AF = \Delta d_N |(N+1)/2 - n|$ ;  $BF = 2\Delta d_N (N-n) + 2h$ ; угол  $\angle AFI = \pi/2 - \varepsilon$  при  $n < (N+1)/2$  и угол  $\angle AFI = \pi/2 + \varepsilon$  при  $n > (N+1)/2$ ; угол  $\angle BFI = \pi/2 + \varepsilon$ ) с использованием теоремы косинусов нетрудно получить:

$$r_{(M+1)/2, n} = \{r^2 + [\Delta d_N ((N+1)/2 - n)]^2 - 2r \Delta d_N ((N+1)/2 - n) \sin(\varepsilon)\}^{0.5}; \quad (6a)$$

$$r'_{(M+1)/2, n} = \{r^2 + [\Delta d_N ((3N-1)/2 - n) + 2h]^2 + 2r [\Delta d_N ((3N-1)/2 - n) + 2h] \sin(\varepsilon)\}^{0.5}. \quad (6b)$$

В записи (6a) знак модуля (в третьем слагаемом справа) опущен, что позволяет учесть неоднозначность угла АФИ при разных значениях n.

Из треугольника ВФИ, в котором угол  $\angle FBI = \pi/2 - \varepsilon_{(M+1)/2, n}$ , с использованием теоремы синусов найдем:

$$\varepsilon_{(M+1)/2, n} = \arccos[(\cos \varepsilon) r / r'_{(M+1)/2, n}]. \quad (6в)$$

Выражение для суммы комплексных амплитуд колебаний в n-м элементе произвольного (m-го) столбца AP  $u_{m, n}$  получается из (5) путем замены значений (6a, б, в) на  $r_{m, n}$ ,  $r'_{m, n}$ ,  $\varepsilon_{m, n}$ , которые найдем с использованием рис. 2, где показан фрагмент рис. 1 в аксонометрической проекции.

Фрагмент представлен горизонтальной плоскостью P, расположенной на высоте фазового центра AP (точка Ф) и включающей соответствующую рис. 1 горизонталь ФГ (все линии на плоскости P сплошные, вне плоскости – пунктирные). Пунктирная линия ФИ= $r$ , как и на рис. 1, соединяет фазовый центр AP и имитатор (точка И), проходит под углом  $\varepsilon$  к плоскости P, а точка Г есть проекция точки И на плоскость. Линия ФZ= $r_m$  представляет фрагмент центральной строки AP при развороте антенны в горизонтальной плоскости относительно направления на имитатор на угол  $\beta$ , причем Ф и Z – точки расположения (M+1)/2-го и m-го элементов строки, поэтому  $\Phi Z = \Delta d_M |(M+1)/2 - m|$ .

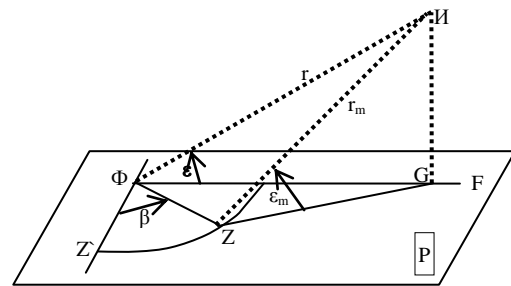


Рис. 2. Взаимное расположение строки с элементами AP (линия ФZ) и имитатора (точка И)

Из построений рис. 2 очевидно, что если центральному элементу (M+1)/2-го столбца AP соответствуют опорные значения ФИ= $r$  и угол ИФГ= $\varepsilon$ , то для центрального элемента m-го столбца AP, в силу его смещения, опорными значениями следует выбрать  $ZИ = r_m$  и угол  $\angle ИЗГ = \varepsilon_m$ , т.е. при расчете  $u_{m, n}$  используем (5), заменяя в (6) значения  $r$  и  $\varepsilon$  на  $r_m$  и  $\varepsilon_m$ .

Так как  $\Phi G = r \cdot \cos \varepsilon$ ,  $IG = r \cdot \sin \varepsilon$ , угол  $\angle ZFG = \pi/2 - \beta$  при  $m < (M+1)/2$  и угол  $\angle ZFG = \pi/2 + \beta$  при  $m > (M+1)/2$ , то из треугольника ZFG по теореме косинусов, с учетом записи (6a), найдем:

$$ZG = \{(r \cdot \cos \varepsilon)^2 + [\Delta d_M ((M+1)/2 - m)]^2 - 2r \cdot \cos \varepsilon \cdot \Delta d_M ((M+1)/2 - m) \sin(\beta)\}^{0.5};$$

а из прямоугольного треугольника ZGI окончательно получим:

$$r_m = \{r^2 + [\Delta d_M ((M+1)/2 - m)]^2 - 2r \cdot \cos \varepsilon \cdot \Delta d_M ((M+1)/2 - m) \sin(\beta)\}^{0.5}, \quad (7a)$$

$$\varepsilon_m = \arcsin[(\sin \varepsilon) r / r_m]. \quad (7b)$$

Заменяя в (6) значения  $r$  и  $\varepsilon$  на  $r_m$  и  $\varepsilon_m$  согласно (7), получим:

$$r_{m, n} = \{r_m^2 + [\Delta d_N ((N+1)/2 - n)]^2 - 2r_m \Delta d_N ((N+1)/2 - n) \sin(\varepsilon_m)\}^{0.5}; \quad (8a)$$

$$r'_{m, n} = \{r_m^2 + [\Delta d_N ((3N-1)/2 - n) + 2h]^2 + 2r_m [\Delta d_N ((3N-1)/2 - n) + 2h] \sin(\varepsilon_m)\}^{0.5}; \quad (8b)$$

$$\varepsilon_{m, n} = \arccos[(\cos \varepsilon_m) r_m / r'_{m, n}]. \quad (8в)$$

С учетом (8), общее выражение для суммы (5) комплексных амплитуд колебаний в произвольном элементе АР, который соответствует пересечению  $m$ -го столбца и  $n$ -й строки АР, представим в виде

$$u_{m,n} = u_{m,n}(\beta, \varepsilon, r) = \exp(-i2\pi r_{m,n}/\lambda) + P(\varepsilon_{m,n}) \exp(-i2\pi r'_{m,n}/\lambda). \quad (9)$$

В итоге подлежащее расчету выражение  $F_3(\beta, \varepsilon)$  определяется как значение нормированного модуля когерентной суммы «взвешенных» комплексных амплитуд колебаний (9) всех элементов АР:

$$F_3(\beta, \varepsilon) = (1/F_{1\max}) \left| \sum_m \sum_n V_m W_n u_{m,n}(\beta, \varepsilon, r) \right|. \quad (10)$$

Это выражение является функцией не только угловых координат  $\beta, \varepsilon$ , но и зависит от удаления имитатора  $r$ , что обусловлено сферичностью фазового фронта падающей на АР электромагнитной волны.

Для расчета выражения  $F_2(\beta, \varepsilon)$  (вторая аналитическая модель испытаний: на РЛС воздействует стандартный ПАП; учитываются искажения ДН, обусловленные переотражениями электромагнитных волн подстилающей поверхностью) воспользуемся (10), полагая, что для данной модели дальность до ПАП  $r=r_n$  эквивалентна  $r \rightarrow \infty$ . Упростив (7), (8) с использованием предельного перехода, получим не зависящее от  $r$  выражение:

$$F_2(\beta, \varepsilon) = (1/F_{1\max}) \left| \sum_m \sum_n V_m W_n u_{m,n}(\beta, \varepsilon) \right|, \quad (11)$$

где

$$u_{m,n}(\beta, \varepsilon) = \exp\{i2\pi[\cos\varepsilon \cdot \Delta d_M((M+1)/2-m)\sin(\beta) + \Delta d_N((N+1)/2-n)\sin(\varepsilon)]/\lambda\} +$$

$$+ P(\varepsilon) \exp\{i2\pi[\cos\varepsilon \cdot \Delta d_M((M+1)/2-m)\sin(\beta) - [\Delta d_N((3N-1)/2-n) + 2h]\sin(\varepsilon)]/\lambda\}. \quad (12)$$

Аналитическое выражение для первой модели получим из (11):

$$F_1(\beta, \varepsilon) = F_2(\beta, \varepsilon/P(\varepsilon=0)). \quad (13)$$

Очевидно, (13), как и (11), от удаления  $r$  не зависит. Из (13), при вещественных весовых коэффициентах  $V_m, W_n$ , найдем:

$$F_{1\max} = \sum_m \sum_n V_m W_n. \quad (14)$$

Полученные соотношения для  $F_j(\beta, \varepsilon)$  позволяют перейти к расчету удаления внешней границы зоны обнаружения  $R_j(\beta)$  при испытаниях РЛС в разных условиях воздействия активных маскирующих помех.

### 3. Сопоставление дальности обнаружения целей при помеховом воздействии на РЛС стандартного ПАП, или имитирующего устройства

На рис. 3 в прямоугольных координатах азимут - дальность ( $\beta - R$ ), представлен (в окрестности сектора эффективного подавления при  $\beta_n=0$ ) фрагмент зоны обнаружения РЛС метрового диапазона длин волн ( $\lambda=1,5$  м), рассчитанной с использованием (4), (10) и (11). Предполагается, что на РЛС воздействует (кривая  $R_3(\beta)$ ), или осуществляется имитация воздействия (кривые  $R_2(\beta)$ ) стандартного ПАП со спектральной плотностью мощности излучения шумовой помехи  $N_n=10$  Вт/МГц.

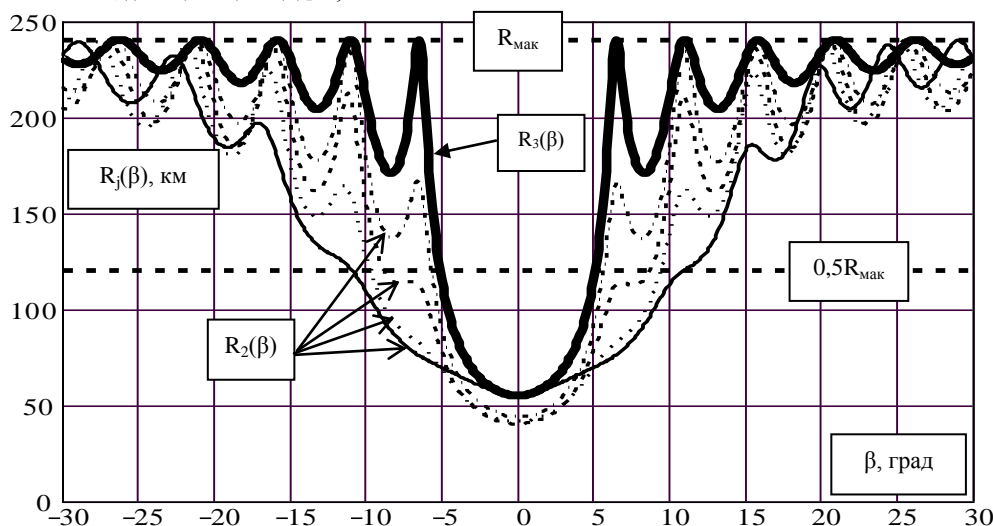


Рис. 3. Фрагмент зоны обнаружения при воздействии на РЛС стандартного ПАП (сплошная толстая кривая) и имитатора помех при его удалении  $r=50, 100, 200, 400$  м (сплошная тонкая, пунктирная, штриховая, штрих-пунктирная кривые соответственно)

Граница зоны обнаружения при отсутствии помех обозначена штриховой прямой  $R_{\max}=240$  км. Вспомогательная штриховая прямая при  $R=0,5R_{\max}$  служит для оценки ширины сектора эффективного подавления.

Учитываемые в приведенных выражениях параметры РЛС имеют следующие значения.

Спектральная плотность мощности собственного шума приемного устройства (при коэффициенте шума  $\Pi=2..3$ )  $N=10^{-20}$  Дж.

Коэффициент подавления шумовых помех при реализации алгоритмов пространственной (и поляризационной) селекции их источников  $K=20$  дБ.

Эффективная площадь приемной антенны РЛС (антенной решетки)

$$A = F_{1\text{мак}}(d_M \times d_N) / (M \times N),$$

где произведение горизонтального и вертикального размеров АР  $d_M \times d_N = 15 \times 5 \text{ м}^2$ , а произведение числа столбцов на число строк  $M \times N = 15 \times 5$ .

Амплитудно-фазовое распределение (АФР) по горизонтали АР задается косинусоидальной функцией  $V_m = 1/3 + (2/3) \cos[\pi/2 - \pi(m-1)/(M-1)]$ , что обеспечивает азимутальную ширину луча  $\beta_d = 6^\circ$ . При аналогичном АФР по вертикали ширина луча АР в угломестной плоскости  $\varepsilon_d = 20^\circ$ . Для уменьшения интерференционной изрезанности луч отклонен по углу места на угол  $\varepsilon_n = 5^\circ$ , для чего весовые коэффициенты  $W_n$  помножены, в соответствии с (12), на комплексные сомножители  $\exp[-i2\pi\Delta d_N((N+1)/2 - n)\sin(\varepsilon_n)/\lambda]$ .

## Выводы

Результаты расчетов показывают, что при сравнительно малых удалениях имитатора ПАП ( $r \sim r_{\text{мин}} = d^2/2\lambda = 75 \text{ м}$ ; коэффициент  $k \sim 1 \dots 2$ ) имеют место значительные искажения (смещение, сглаживание, размытие) характеристики направленности АР, приводящие к искажениям формы зоны обнаружения и погрешностям в оценке её параметров. Так, ошибка в оценке ширины сектора эффективного подавления может достигать  $+(70 \dots 150)\%$  относительно той ширины, которая была бы при действии стандартного ПАП. Погрешности в оценке дальности обнаружения РЛС (при действии источников помех с направлений, соответствующих ближним боковым лепесткам ДНА) составляют  $+50 \dots 100 \text{ км}$ .

Существенно возрастают эти погрешности, если стандартный ПАП воздействует с направлений, которые соответствуют глубоким интерференционным провалам в ДН, когда уровень реальной помехи снижается на десятки дБ.

При использовании же имитатора глубина провалов, даже при нулевом угле места, не превышает  $3 \dots 5 \text{ дБ}$ . Поэтому имитируемая помеха (при обязательном условии прямой видимости между антеннами РЛС и имитатора) остается интенсивной и слабо зависит от характера подстилающей поверхности и угломестного положения имитатора.

Указанные погрешности уменьшаются (в среднем) примерно на порядок при выборе  $r \sim 400 \dots 500 \text{ м}$  (коэффициент  $k \sim 5 \dots 6$ ), что можно считать приемлемым при испытаниях РЛС. Однако в области глубоких интерференционных провалов погрешности по-прежнему достаточно велики. Поэтому приведенные оценки характерны для рассмотренной модели испытаний РЛС и должны корректироваться в иных условиях.

Необходимо учитывать, что искажения исходной ДН АР при подобной имитации помеховой обстановки также ухудшат качественные показатели работы пеленгационного канала, снижат потенциальные возможности систем когерентной компенсации помех.

Изложенная методика учета характеристик помеховой обстановки позволяет корректировать получаемые оценки помехозащищенности РЛС и может быть использована при организации и проведении полигонных испытаний РЛС. Методика может быть использована и при анализе возможностей РЛС в условиях применения противником забрасываемых передатчиков помех одноразового действия.

## Список литературы

1. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Я.Д. Ширман, С.Т. Багдасарян, А.С. Маляренко и др.; под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.

Поступила в редколлегию 17.12.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Литвинов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## ВИМОГИ ДО ВИДАЛЕННЯ ІМІТАТОРІВ АКТИВНИХ ЗАВАД ПРИ ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАННЯХ РЛС

В.Ф. Зюкін, Д.Ю. Свистунов, О.В. Белавін

*Розраховується точність оцінки параметрів зони виявлення РЛС залежно від видалення випромінюючого пристрою, що імітує реальний постановник активних завад. Враховуються сферичність фазового фронту падаючої на антенну ґрату РЛС електромагнітної хвилі, а також пере відбиття завади підстиляючою поверхнею. Визначаються вимоги до видалення імітатора завад при випробуваннях РЛС.*

**Ключові слова:** постановник активних завад, імітатор завад, зона виявлення РЛС при дії завад.

## REQUIREMENT TO DELETE OF ACTIVE NOISE SIMULATORS AT GROUND TESTS RADAR

V.F. Zyukin, D.Y. Svistunov, A.V. Belavin

*Exactnesses of estimation of parameters of area of discovery settle accounts radar depending on the delete of radiative device, imitating the real producer of active hindrances. Taken into account sphericity of phase front falling on an array radar hertzian wave, and also re-reflection hindrance by a laying surface. Determined requirement to the delete of noise simulator at tests radar.*

**Keywords:** producer of active hindrances, noise simulator, area of discovery radar at influence of hindrances.