

МГТУ им Н.Э. Баумана Военный институт кафедра №1 ВВС

ТЕМА №1 Теоретические основы радиолокации. Основные понятия



Авторы:

**Доцент отдела №2 ВВС подполковник Фролов А.Е.
Преподаватель кафедры № 1 Кашпуровский С.Б.**

МОСКВА. 2012

Факультет Военного Обучения МГТУ им. Н.Э. Баумана
Кафедра №1 «ВВС»

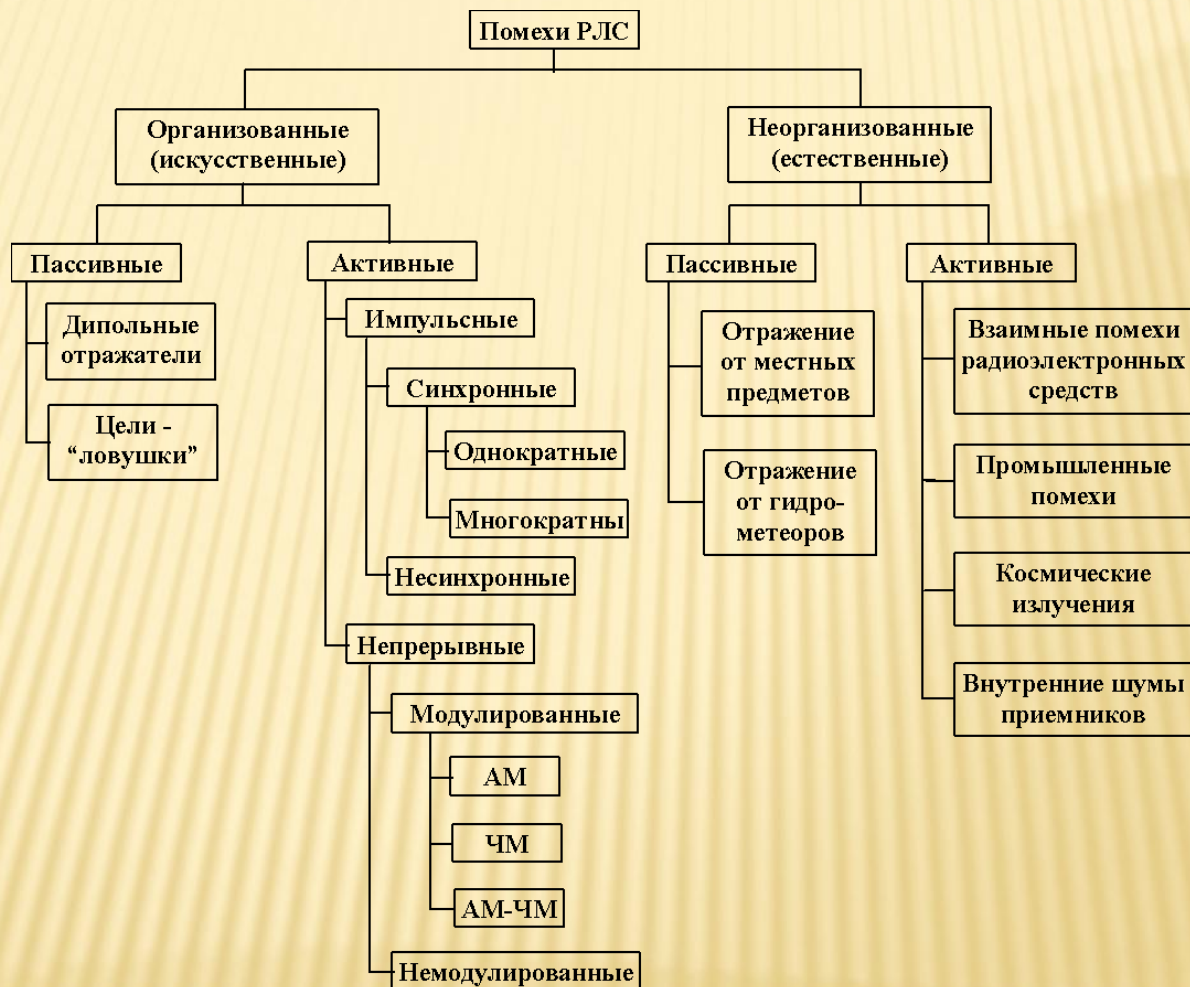
Тема №1. Теоретические основы радиолокации. Основные понятия

Занятие №4. Радиолокационные помехи и борьба с ними

Учебные вопросы:

1. Классификация радиолокационных помех и их влияние на РЛС
 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации
-

Вопрос №1. Классификация радиолокационных помех и их влияние на РЛС



Классификация помех

Вопрос №1. Классификация радиолокационных помех и их влияние на РЛС

Классификация помех по ширине спектра

- заградительные

- широкая полоса частот
- не требуется точное совмещение по частоте с РЛС
- большая мощность передатчика
- увеличенные вес и габариты передатчика

$$N_{\Pi} = P_{\Pi\Pi} / (f_2 - f_1)$$

- прицельные

- сравнительно узкая полоса частот
- необходимость точного совмещения по частоте с РЛС

$$\Delta f_{\Pi} = (2 \dots 3) \Delta f_{\text{нер}}$$

- скользящие

- перестройка узкополосных помех в широкой полосе частот



Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

Радиолокационное обнаружение сводится к принятию решения наличия или отсутствия цели (полезного сигнала) путем приема и **статистической обработки** суммарного значения радиолокационного сигнала и помехи.

$y(t)=S(t)+n(t)$, где $n(t)$ – шумовая помеха, $S(t)$ – отраженный сигнал и $y(t)$ – принятый сигнал)

Цель задачи – выяснение наличия отраженного сигнала в принятом.

Условия:

A_1 – цель есть;

A_2 – цели нет

Решения:

A_1^* – цель есть;

A_2^* – цели нет

A_1^*/A_1 – правильное обнаружение;

A_0^*/A_1 – пропуск цели;

A_1^*/A_0 – ложная тревога;

A_0^*/A_0 – правильное необнаружение.

Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

$P_{\text{п.о.}} = P(A_1^* / A_1)$ – вероятность правильного обнаружения;

$P_{\text{пр.}} = P(A_0^* / A_1)$ – вероятность пропуска цели;

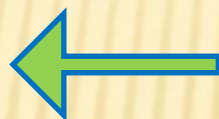
$P_{\text{л.т.}} = P(A_1^* / A_0)$ – вероятность ложной тревоги;

$P_{\text{п.н.}} = P(A_0^* / A_0)$ – вероятность правильного необнаружения.

$$P_{\text{п.о.}} + P_{\text{пр.}} = 1$$

$$P_{\text{л.т.}} + P_{\text{п.н.}} = 1$$

$$p_n(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}}$$



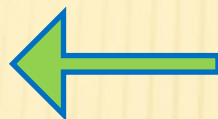
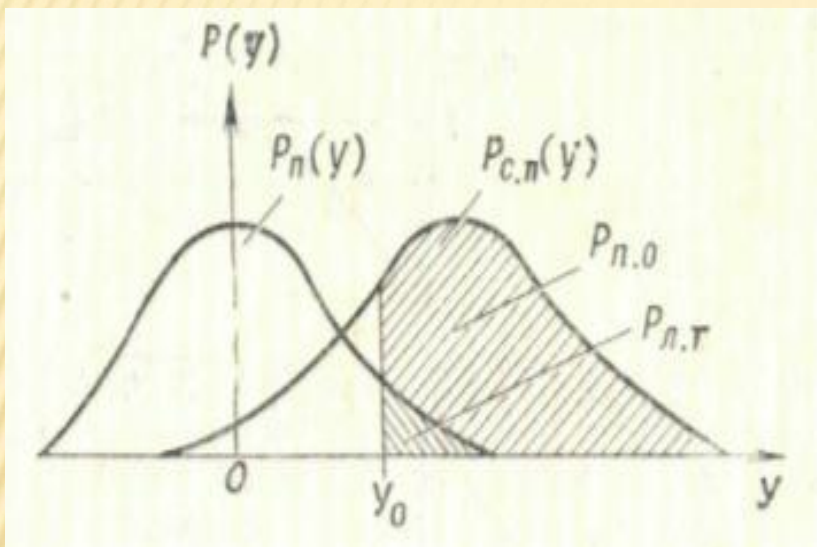
плотность распределения помехи

$$p_{\text{с.н.}}(y) = p_n(y - S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{-\frac{(y-S)^2}{2\sigma^2}}$$



плотность распределения смеси сигнала и помехи

Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации



Распределение плотностей вероятностей правильного и неправильного обнаружения

$$\left. \begin{aligned} P_{n.0} &= \int_{y_0}^{\infty} P_{c.n}(y) dy; \\ P_{n.т} &= \int_{y_0}^{\infty} P_n(y) dy. \end{aligned} \right\}$$

Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

Вероятность правильного обнаружения - вероятность принятия правильного решения о наличии цели путем выделения сигнала на фоне помех при условии, если цель действительно присутствует в данном объеме пространства.

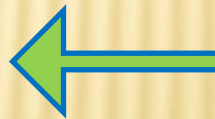
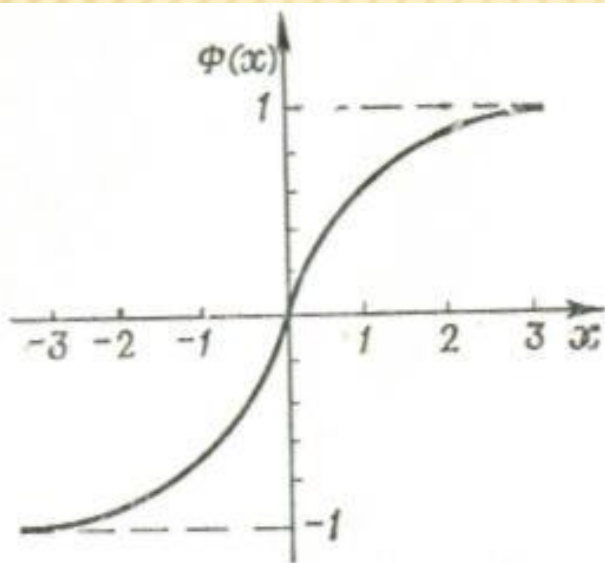
$$P_{п.о.} = P(A_1^*/A_1)$$

$$P_{п.о.} = \frac{1}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{y - y_0}{\sigma} \right) \right] = 0,5 \div 0,99,$$

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{s^2}{2}} ds$$



*интеграл вероятностей
(функция Лапласа)*



*график интеграла
вероятностей*

Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

Вероятность ложной тревоги - вероятность принятия решения о наличии цели при условии, если цель отсутствует в данном объеме пространства.

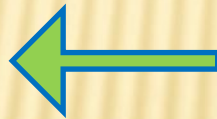
$$P_{л.т.} = P(A_1^* / A_0)$$

$$P_{л.т.} = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{y_0}{\sigma} \right) \right] = 10^{-4} \div 10^{-8}$$

Величина порога определяется значением критерия оптимальности и задачей, выполняемой обнаружителем.

Критерии оптимальности обнаружения - закономерные правила принятия решения о наличии или отсутствии цели в условиях помех.

$$P_{п.о} - l_0 P_{л.т.} = \max,$$



критерий минимума среднего риска

$$l(y) = \frac{P_{с.п.}(y)}{P_{п.}(y)} = e^{-\frac{(s^2 - 2ys)}{2\sigma^2}}$$

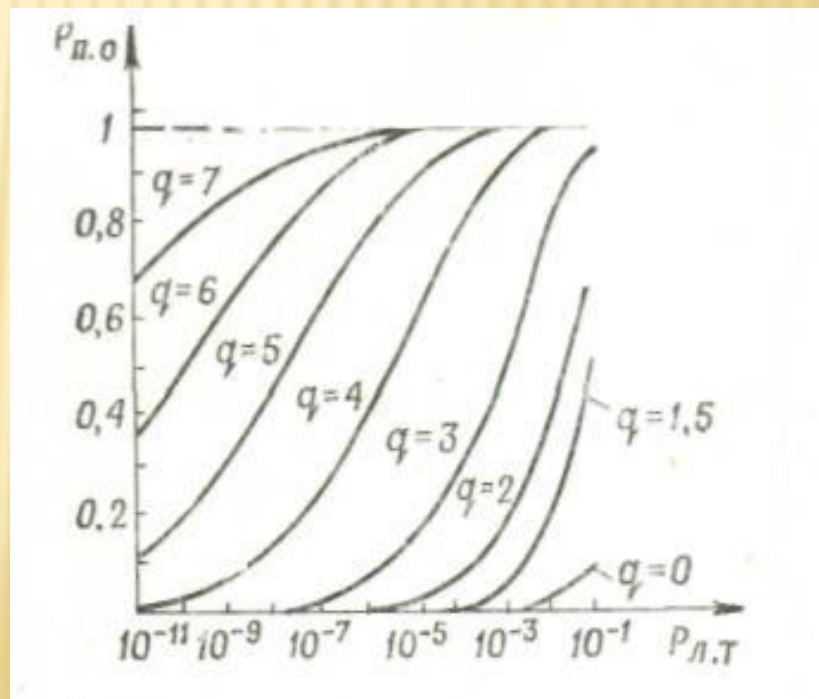
Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

Параметр обнаружения - безразмерное отношение энергии полезного сигнала к спектральной плотности помех.

$$q = \frac{2E}{N_0}$$

$$P_{\text{п.о}} = P_{\text{л.т}}^{\frac{2}{2+q}}$$

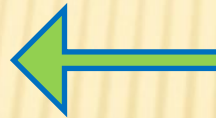
кривые обнаружения



Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

Оптимальный приемник - это приемник, обеспечивающий при прочих равных условиях максимальное значение отношения энергии полезного сигнала к спектральной плотности помехи.

$$y_{\text{вых}}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) s(t - \tau) dt$$

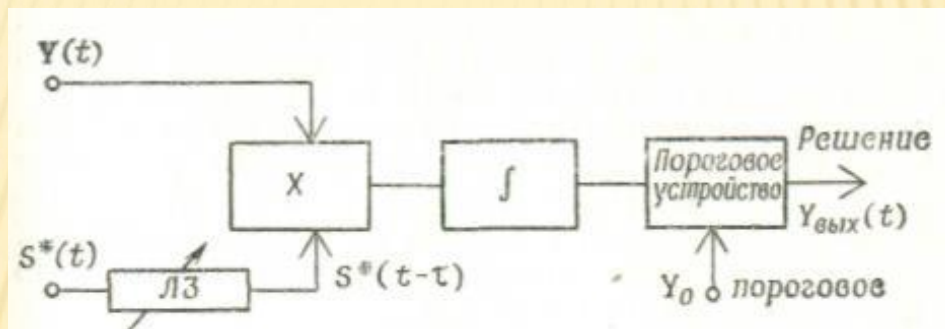


*суммарный сигнал на выходе
оптимального приемника*

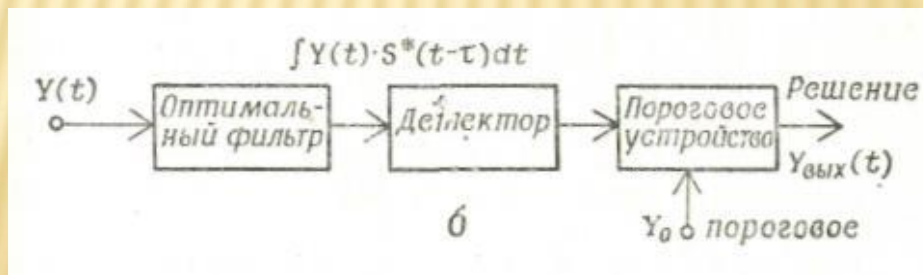
Решение корреляционного интеграла обеспечивается построением корреляционного приемника, либо приемника с оптимальным фильтром.

Вопрос № 2. Оптимизация обнаружения в радиолокации

Корреляционный приемник - это приемник, обеспечивающий получение корреляционного интеграла с помощью умножителя, интегратора, порогового устройства.



Приемник с оптимальным фильтром - это приемник, обеспечивающий получение корреляционного интеграла с помощью оптимального фильтра, детектора, порогового устройства.



Использованная литература:

- 1 Теоретические основы радиолокации. Справочник под редакцией Ширмана Я.Д. 1968год.
- 2 Радиоэлектронные системы, Основы построения и теории. Справочник под редакцией Ширмана Я.Д. 2007 год.