

О ЗАВИСИМОСТИ СРЕДНЕГО ЧАСОВОГО ЧИСЛА ОБНАРУЖЕННЫХ МЕТЕОРОВ ОТ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЛОКАТОРА (СЛУЧАЙ УСТОЙЧИВЫХ РАДИОЭХО)

Е. И. ФИАЛКО

(Представлено научным семинаром радиотехнического факультета)

Введение

Ранее была рассмотрена зависимость числа обнаруженных метеоров от формы резонансной характеристики приемника и формы огибающей генерируемого импульса [1]. При этом предполагалось, что радиолокатор может обнаруживать следы с линейной плотностью электронов $\alpha < 2,4 \cdot 10^{12}$ эл/см (т. е. следы неустойчивого типа). В ряде случаев локаторы, используемые для метеорных исследований, могут обнаруживать лишь следы устойчивого типа (с $\alpha > 2,4 \cdot 10^{12}$ эл/см). Это имеет место при невысокой чувствительности локатора, особенно при приеме радиоэхо с больших дистанций (например, при высоком расположении радианта потока).

Число метеоров, обнаруженных в единицу времени, в случае $\alpha > 2,4 \cdot 10^{12}$ эл/см будет равно [2]

$$N = A \left(\frac{P_i}{\epsilon} \right)^{2(s-1)}, \quad (1)$$

где P_i — мощность в импульсе; ϵ — мощность порогового сигнала приемника; s — константа, характеризующая закон распределения метеорных тел по массе [2]; A — коэффициент, не зависящий от формы сигнала и формы резонансной характеристики приемника.

Используя ту же методику, что и в [1], представим (1) в виде

$$N = A(B \cdot D \cdot P_0)^{2(s-1)}, \quad (2)$$

где P_0 — средняя мощность; $D = 2 \frac{T_i}{kt \cdot F}$; T_i — период послышки импульсов; t — абсолютная комнатная температура; F — коэффициент шумов приемника (с учетом внешних помех); k — постоянная Больцмана.

$$B = \frac{\psi^2}{\xi^2 \cdot \tau_{эф} \cdot \Delta f_{ш}}, \quad (3)$$

$\tau_{эф}$ — эффективная длительность импульса [1]; $\Delta f_{ш}$ — полоса пропускания шумов приемника; ψ — коэффициент, характеризующий изменение

амплитуды импульса вследствие искажений, вносимых линейной частью приемника; ξ —минимальное отношение сигнала к шуму на входе детектора, обеспечивающее уверенное обнаружение слабого сигнала на фоне помех.

Метод сравнения

Отношение средних часовых чисел метеоров, обнаруживаемых двумя радиолокаторами, различающимися лишь формами резонансных характеристик приемников и формами огибающих генерируемых импульсов, будет зависеть от распределения метеорных тел по массам (характеризуемого показателем s):

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{2(s-1)} \quad (4)$$

Если два локатора (с разными формами резонансных характеристик приемников и разными формами импульсов) обнаруживают одинаковое число метеоров, то отношение средних мощностей излучения будет равно (как и в случае $\alpha < 2,4 \cdot 10^{12}$ эл/см)

$$\frac{P_{01}}{P_{02}} = \frac{B_2}{B_1} \quad (5)$$

(индексы 1 и 2 в (4) и (5) соответствуют первому и второму радиолокаторам).

В случае, когда между полосой пропускания линейной части приемника Δf и длительностью входного импульса τ выдерживается оптимальное соотношение ($\Delta f_{opt} \tau = c$), а между полосой шумов $\Delta f_{ш}$ и полосой пропускания Δf , а также между τ и эффективной длительностью импульса $\tau_{эф}$ существует линейная зависимость ($\tau_{эф} = a\tau$; $\Delta f_{ш} = b \cdot \Delta f$), выражение (2) для коэффициента B (как и в случае приема неустойчивых радиоэхо) примет вид

$$B = \frac{\psi^2}{\xi^2 a b c} \quad (6)$$

Случай вероятностной и прямоугольной аппроксимаций

В случае вероятностной аппроксимации имеем [1] $a_1 \approx 0,63$; $b_1 = 1,065$; $c_1 \approx 0,75$; $\psi_1 = 0,707$, и, следовательно,

$$B_1 \approx \frac{1}{\xi_1^2} \quad (7)$$

В случае прямоугольной аппроксимации [1] $a_2 = 1$; $b_2 = 1$; $c_2 \approx 1,37$; $\psi_2 \approx 1,062$ и, следовательно,

$$B_2 \approx \frac{0,825}{\xi_2^2} \quad (8)$$

Подставляя (7) и (8) в (4), получим

$$\frac{N_1}{N_2} \approx \left(1,21 \cdot \frac{\xi_2^2}{\xi_1^2} \right)^{2(s-1)} \quad (9)$$

Для строгого решения задачи необходимо тщательное исследование наблюдаемости слабых прямоугольного и вероятностного сигналов

(прошедших через фильтры с оптимальными полосами пропускания) на фоне помех на экране индикатора (или на фотопленке).

Ограничиваясь приближенным рассмотрением, можем принять [1]

$$\xi_1 \approx \xi_2.$$

Коэффициент s изменяется от 1 до 4 [3], причем $\bar{s} \approx 2$.

На рис. 1 представлена зависимость $\frac{N_1}{N_2}(s)$, построенная в предположении

$$\xi_1 = \xi_2.$$

Таким образом, в случае вероятностной аппроксимации и $s \approx 2$ имеет место почти полтора кратный выигрыш в N по сравнению со случаем прямоугольной аппроксимации. Следует отметить, что распределение метеоров по показателю s имеет моду $s \approx 2$, случаи же больших s весьма редки, и поэтому большой (двух-трехкратный) выигрыш (как это следует из рис. 1) был бы весьма редким.

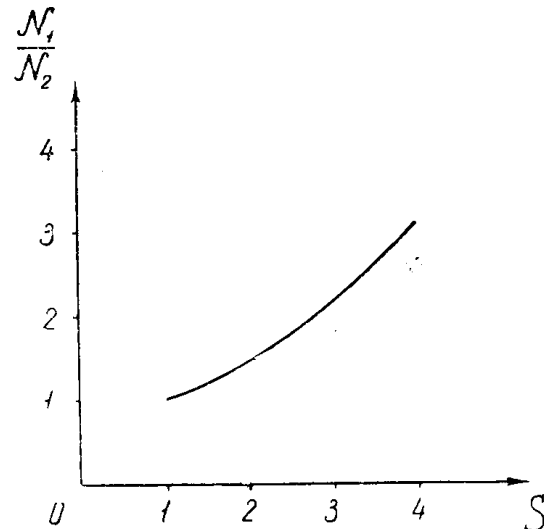


Рис. 1. Сравнение вероятностной и прямоугольной аппроксимаций. N_1 — среднее часовое число метеоров, обнаруженных системой с гладкой формой огибающей излучаемого импульса и гладкой формой резонансной характеристики; N_2 — то же для системы с прямоугольной огибающей импульса и прямоугольной формой резонансной характеристики приемника; S — показатель, характеризующий распределение метеорных тел по массам.

Выводы

1. Приведенный ранее [1] метод сравнения различных форм резонансных характеристик приемных устройств и форм огибающих генерируемых импульсов (с точки зрения численности обнаруживаемых метеоров) применен к случаю устойчивых радиоэхо.

2. Рассмотрение предельных случаев (прямоугольной и вероятностной аппроксимаций) показывает, что различие форм импульсов и резонансных характеристик при $\alpha > 2,4 \cdot 10^{12}$ эл/см более существенно, чем при $\alpha < 2,4 \cdot 10^{12}$ эл/см (с точки зрения численности обнаруженных метеоров).

3. В случае оптимального соотношения между длительностью импульса и полосой пропускания несколько лучший результат дает система с колоколообразными формами импульса и резонансной характеристики приемника.

4. Если для метеорных наблюдений используется локатор с низкой чувствительностью и к нему не предъявляются специальные требования (точное определение координат и т. п.), то следует использовать резонансный усилитель (а не полосовой усилитель с резонансной характеристикой, близкой к прямоугольной) и гладкий (а не прямоугольный) импульс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф и а л к о Е. И., О влиянии некоторых параметров радиолокатора на среднее, часовое число обнаруженных метеоров, Изв. ТПИ, т. 86, 27, 1958.
2. K a i s e r T. R. Theory of the meteor height distribution obtained from radio-echo observations., Mon. Not. R. A. S., 1954, v. 114, No. 1, 39.
3. Ф и а л к о Е. И., Некоторые результаты исследования распределения метеорных тел по массам, Астр. циркуляр, № 195, 22, 1958.