

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЛЕСКА КОСМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПО ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЮ, СФОРМИРОВАННОМУ ОПТИКО - ЭЛЕКТРОННЫМ СРЕДСТВОМ НАБЛЮДЕНИЯ

к.т.н. В.В. Борцов, А.Н. Остапова  
(представил д.т.н., проф. А.И. Стрелков)

Рассматривается возможность получения информации о блеске космического объекта или звезды пассивным оптико - электронным средством без использования фотометрического канала.

Объектами наблюдения для оптико - электронных средств (ОЭС) являются звезды и космические объекты (КО), которые находятся на значительном удалении от Земли, т.е. их практически можно считать точечными источниками излучения. В этом случае в фокальной плоскости оптической системы изображение будет представлять собой пространственное распределение точечных объектов, соответствующее угловому распределению звезд и космических объектов в поле зрения оптической системы ОЭС.

В действительности изображения звезд и КО будут не точечными, а протяженными, имеющими конечные размеры, которые характеризуются диаметром кружка рассеяния  $d_{кр}$ . Эти размеры определяются следующими основными факторами: дифракцией; аберрациями оптической системы; атмосферной турбулентностью.

При настройке оптико - электронного тракта размер изображения космического объекта с минимальным блеском, предельно допустимым для данного ОЭС, согласовывают с размерами одного элемента разрешения передающей телевизионной трубки (ПТТ) [1], т.е.

$$2\tau_0 = \theta_{пз} / n, \quad (1)$$

где  $\theta_{пз}$  - угол поля зрения ОЭС;  $\tau_0$  - радиус рассеяния объектива;  $2\tau_0$  - угловой размер одного элемента разрешения ПТТ;  $n$  - число элементов разрешения ПТТ.

Космические объекты, имеющие различный блеск, будут иметь различные размеры изображений на фотомишени ПТТ. Отраженное от КО солнечное излучение, приходящее на вход ОЭС в виде плоских волн, претерпевает в оптической системе Фурье - преобразование [2]. Таким образом, распределение сигнала на фотомишени передающей телевизионной трубки в двухмерном случае приближенно можно представить

следующим выражением:

$$U(x) = U_0 \cdot e^{-\frac{x^2}{\tau_0^2}}, \quad (2)$$

где  $U_0$  - амплитуда сигнала, соответствующая освещенности  $E_0$ , создаваемой КО на поверхности Земли (рис. 1).

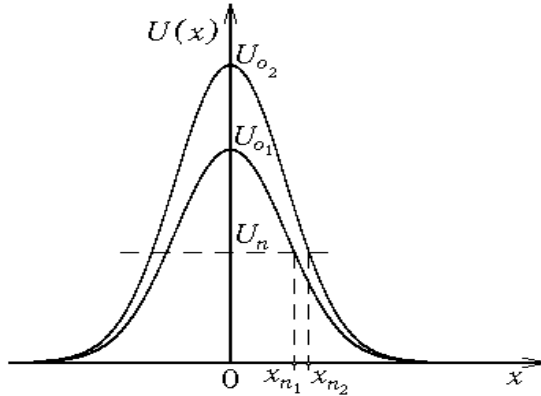


Рис. 1. Распределение сигнала на фотомишени ПТТ при различных значениях блеска КО

В реальных ОЭС выделение сигнала из шумов осуществляется на фиксированном пороговом уровне  $U_n$ . Подставляя в (2) значение  $x = x_n$ , получим для порогового значения сигнала соотношение

$$U_n = U_0 \cdot e^{-\frac{x_n^2}{\tau_0^2}}, \quad (3)$$

где  $2x_n$  - характеризует размер изображения на фотомишени ПТТ на уровне порога, т.е.  $2x_n = d_{кр}$ . После преобразований находим

$$x_n = \tau_0 \sqrt{\ln \frac{U_0}{U_n}}. \quad (4)$$

Из (4) видно, что при фиксированном уровне порога чем больше амплитуда сигнала, тем больше диаметр кружка рассеяния. Так как амплитуда сигнала  $U_0$  пропорциональна освещенности  $E_0$ , т.е.  $U_0 = kE_0$  ( $k$  - коэффициент преобразования, зависящий от параметров оптической системы), а освещенность, в свою очередь, связана с блеском КО соотношением

$$E_0 = 10^{\frac{m}{14,18+m_{КО}}}, \quad (5)$$

то чем выше блеск КО, тем больше диаметр кружка рассеяния на фотомишени ПТТ. С учетом выражения (5) :

$$U_0 = k \cdot 10^{\frac{m}{2,5} \cdot \frac{14,18 + m_{\text{КО}}}{m}} \quad (6)$$

Исходя из освещенности, создаваемой КО с минимальным блеском  $m_{\text{КО min}}$  (в этом случае  $m_{\text{КО min}}$  соответствует проникающей способности оптико - электронных средств), определим  $U_n$ . При этом диаметр кружка рассеяния от этого космического объекта равен одному элементу разрешения, т.е.  $d_{\text{кр}} = 2x_n = 2\tau_0$  :

$$U_n = k \cdot 10^{\frac{m}{2,5} \cdot \frac{14,18 + m_{\text{КО min}}}{m}} \cdot e^{-1} \quad (7)$$

Подставив в (4) выражения (6) и (7) и проделав соответствующие преобразования, получим зависимость диаметра кружка рассеяния на фотомишени ПТТ от блеска КО

$$d_{\text{кр}} = 2\tau_0 \sqrt{1 + \frac{m_{\text{КО}} - m_{\text{КО min}}}{2,5} \cdot \ln 10} \quad (8)$$

и соответственно

$$m_{\text{КО}} = m_{\text{КО min}} + \frac{2,5}{\ln 10} \left( \frac{d_{\text{кр}}^2}{4\tau_0^2} - 1 \right) \quad (9)$$

Таким образом, определив размеры изображения космического объекта или звезды, сформированные оптико - электронным средством наблюдения, можно оценить их блеск.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абраменко А.Н., Агапов В.С., Анисимов В.Ф. и др. Телевизионная астрономия / Под ред. В.Б. Никонова. – М.: Наука, 1984. – 272 с.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Перевод с англ. – М.: Наука, 1970. – 655 с.

*Поступила в редколлегию 6.03.2001*