

**К вопросу повышения дальности  
приборов ночного видения**

Гурняк Е.Б., \*Ляшко О.М., Тареев А.М.

\*Белорусский национальный технический университет.  
ОАО «Пеленг»

Приведены результаты расчета и анализа предельной дальности приборов ночного видения (ПНВ). Рассматриваются приборы, предназначенные для наблюдения несамосветящихся целей благодаря различию коэффициентов отражения объекта и фона в ИК-области спектра с последующим преобразованием ИК-изображения в видимое и визуальной регистрацией.

Блок схема приборов такого вида приведена на рис.1.

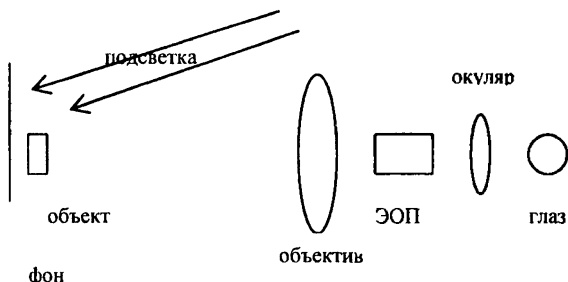


Рис.1

ПНВ такого типа относятся к приборам с ограничением дальности по контрасту. Дальность видения ограничивается выполнением условия:

$$K_{\text{набл}} \geq K_{\text{пор}}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{набл}}$  – контраст изображения объекта;  $K_{\text{пор}}$  – пороговый контраст глаза.

Составлена математическая модель ПНВ с лазерной импульсной подсветкой, в основе которой лежит модель ПНВ, разработанная авторами [1]. Отличия с [1] обусловлены тем, что в рассматриваемых ПНВ проводится визуальный анализ изо-

бражения поля обзора на экране ЭОПа, а не на экране монитора. Предполагалось, что влиянием темновой яркости экрана ЭОПа на контраст изображения можно пренебречь.

Величины, входящие в уравнение (1), представлены функциями дальности и параметров элементов, указанных на блок-схеме прибора, характеристик фона, атмосферы, подсветки, глаза человека. Таким образом, дальность действия прибора определялась из уравнения:

$$T_{\text{атм}} \left( \frac{1}{\sigma(L)} \right) \times T_{\text{об}} \left( \frac{1}{\sigma(L)} \right) \times T_{\text{эоп}} \left( \frac{1}{\sigma(L)} \right) \times T_{\text{гл}} \left( \frac{1}{\sigma(L)} \right) \times \frac{\rho_{\text{об}} - \rho_{\text{ф}}}{\rho_{\text{об}} + \rho_{\text{ф}} + 2\rho_{\text{атм}}(L)} = \\ = \mu \sqrt{\frac{H_0}{2}} \times \frac{1}{D_{\text{гл}}(B_{\text{ф}}(L)) \times \sigma(L) \times \sqrt{B(L) \times \tau(B_{\text{ф}}(L))}}$$

где  $L$  – дальность видения;  $T_{\text{атм}}$ ,  $T_{\text{об}}$ ,  $T_{\text{эоп}}$ ,  $T_{\text{гл}}$  – значения частотно-контрастной характеристики атмосферы, объектива, ЭОПа и глаза соответственно на пространственной частоте, обратной угловому размеру объекта  $\sigma$ ;  $\rho_{\text{об}}$ ,  $\rho_{\text{ф}}$ ,  $\rho_{\text{атм}}$  – коэффициенты диффузного отражения объекта, фона и атмосферы соответственно;  $B_{\text{ф}}(L)$  и  $B(L)$  – яркости световых потоков от фона и суммарного потока соответственно, поступающих во входной зрачок глаза;  $D_{\text{гл}}$  – относительная величина зрачка глаза;  $\tau$  – время инерции зрения;  $H_0$  – пороговая экспозиция зрачка.

Вычислена предельная дальность существующего контрастно ограниченного ПНВ с подсветкой излучением импульсного лазерного светодиода с длиной волны излучения 0.83 мкм. При вероятности обнаружения 0.5 отличие расчетного значения дальности от экспериментально определенного не превышает 10%, что подтверждает адекватность использованной модели.

Затем все конструктивные параметры прибора варьировались с целью увеличения дальности видения при фиксированных вероятности обнаружения 0.8 и МДВ=10 км.

Установлено, что увеличение мощности подсветки в 2 раза вызывает увеличение дальности всего в 1.06 раза. Мощность подсветки определяет яркость экрана ЭОПа, которая влияет только на пороговый контраст глаза. При угловом размере объекта 11' и яркостях до 2 кд/м<sup>2</sup> пороговый контраст резко уменьшается с увеличением яркости, а в диапазоне 3-10 кд/м<sup>2</sup> пороговый контраст уменьшается с 0.05 до 0.03, а в диапазоне 10-35

кд/м<sup>2</sup> с 0.03 до 0.02. Существующая подсветка обеспечивает яркость экрана ЭОП на предельной дальности работы ПНВ примерно 3 кд/м<sup>2</sup>, поэтому ее дальнейшее увеличение вызывает незначительное снижение порогового контраста. По этой же причине увеличение других параметров, влияющих на яркость: диаметра и пропускания объектива, чувствительности ЭОПа в 2 раза, вызывает увеличение дальности видения всего лишь в 1.12, 1.06 и 1.06 раза соответственно.

Другая группа параметров влияет на контраст наблюдаемого объекта. Двукратное увеличение фокусного расстояния объектива (при том же относительном отверстии) либо уменьшение фокусного расстояния окуляра или же повышение разрешающей способности ЭОПа почти в 2 раза с 38 до 65 штр/мм увеличивают наблюдаемый контраст примерно в два раза. Но при этом дальность видения возрастает всего в 1.3 раза. Сравнительно небольшое увеличение дальности видения при двукратном увеличении контраста изображения обусловлено резкой зависимостью порогового контраста от дальности объекта. Отметим, что ЭОПы с разрешающей способностью выше 45 штр/мм являются приборами первого поколения и имеют незначительную чувствительность по сравнению с используемыми в существующем приборе. Поэтому оценка влияния разрешающей способности ЭОПа на дальность видения относится к перспективным ЭОПам с микроканальной пластиной.

Таким образом, значительное (в несколько раз) увеличение дальности ПНВ по сравнению с существующими невозможно. Реально достижимо увеличение дальности примерно в 1.7 раза путем увеличения фокусного расстояния и диаметра объектива и одновременного уменьшения фокусного расстояния окуляра в 1.5 раза.

### **Литература**

1. Карасик В.Е., Орлов В.М. Лазерные системы видения: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 352с.