

УДК 621.397: 621.384.3

Ю.Р. Кирпиченко

## Зависимость яркости свечения экрана ЭОП от напряжений на его электродах

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния изменений напряжений на электродах на яркость свечения люминесцентного экрана ЭОП. Отмечается, что при малых освещенностях теоретические и экспериментальные результаты достаточно хорошо совпадают и что зависимость яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на микроканальной пластине может быть аппроксимирована квадратичной функцией.

**Ключевые слова:** фотокатод, микроканальная пластина, люминесцентный экран ЭОП.

В активно-импульсных телевизионных системах (АИТВС) [1] ЭОП используется в большинстве своем в качестве быстродействующего ключа. Однако использование ЭОП в составе АИТВС предоставляет более широкие возможности для повышения качества изображения. К таким возможностям относится, например, расширение динамического диапазона [2], обеспечение равной яркости изображений объектов, находящихся на разных расстояниях от телевизионной камеры [3], и т.д.

В работе [2] приведены результаты исследования влияния режимов питания на динамический диапазон активно-импульсной телевизионной системы. Для эффективной работы телевизионной системы в условиях изменения освещенности объектов наблюдения требуется автоматическая регулировка ее чувствительности. Одним из способов управления чувствительностью телевизионной системы является регулировка коэффициента усиления ЭОП.

Для оценки чувствительности к управлению усилением при проектировании цепей автоматической регулировки яркости и выработки требований к стабильности источников питания необходимо знать закономерности изменения яркости от напряжений на электродах ЭОП.

В [4] приводится выражение, связывающее яркость свечения экрана ЭОП с напряжениями на его электродах

$$\Phi_{\text{изл}} = 2,7 \cdot 10^{-2} \gamma S_{\text{инт}} \Phi_{\text{фк}} U_{\text{фк}} U_{\text{э}} \left( 6 \cdot 10^{-3} \frac{U_{\text{МКП}}^2}{\gamma_{\text{к}}} \right)^{\frac{4\gamma_{\text{к}}^2}{U_{\text{МКП}}^2} - 1}, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – светоотдача люминесцентного экрана ЭОП;  $S_{\text{инт}}$  – интегральная чувствительность фотокатода;  $\Phi_{\text{фк}}$  – входной поток излучения;  $U_{\text{фк}}$  – напряжение на фотокатод;  $U_{\text{э}}$  – напряжение между экраном и выходом МКП;  $U_{\text{МКП}}$  – напряжение на микроканальной пластине;  $\gamma_{\text{к}}$  – калибр канала МКП.

Из выражения (1) следует, что яркость свечения экрана ЭОП линейно зависит от освещенности фотокатода и напряжений на фотокатод и экране. Зависимость яркости экрана от напряжения на микроканальной пластине более сложная.

В [3], например, для обеспечения равной яркости изображений объектов наблюдения по дальности используется квадратичный закон изменения коэффициента усиления ЭОП от напряжения на микроканальной пластине.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований влияния изменений напряжений на электродах ЭОП на яркость свечения люминесцентного экрана ЭОП 2<sup>+</sup> поколения фирмы «Катод» (Новосибирск).

На рис. 1 показана экспериментальная зависимость яркости свечения экрана ЭОП в относительных единицах от напряжения на фотокатод (пунктирная кривая). График, рассчитанный с допущением о линейной зависимости коэффициента первичного умножения от энергии первичного электрона на входе микроканала, показан на рис. 1 сплошной линией.

На рис. 2 приведена экспериментальная зависимость (кривая 2) относительной яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на экране.

Предположение о линейном характере такой зависимости, принятой в расчетах, подтверждается (кривая 1 и 2). Однако экспериментальная кривая начинается не с нулевого значения напряжения на экране, а с некоторого значения (на рис. 2 примерно с 4,2 кВ – кривая 1).

Такое поведение можно объяснить наличием алюминиевого экрана на поверхности люминофорного слоя экрана, обращенного в сторону фотокатода и предназначенного для снижения оптической обратной связи в ЭОП. Таким образом, на люминофор экрана могут попасть только те электроны, энергия которых достаточна для проникновения через алюминиевый экран.

На рис. 1 и 2 экспериментальные кривые получены для освещенности фотокатода, принятой за единицу, при которой разрешение изображения штриховой миры на экране монитора ограничено шумом (режим счета фотонов).

На рис. 3 приведены экспериментальные зависимости относительной яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на МКП (штриховые кривые) и рассчитанная по формуле (1) (сплошная кривая).

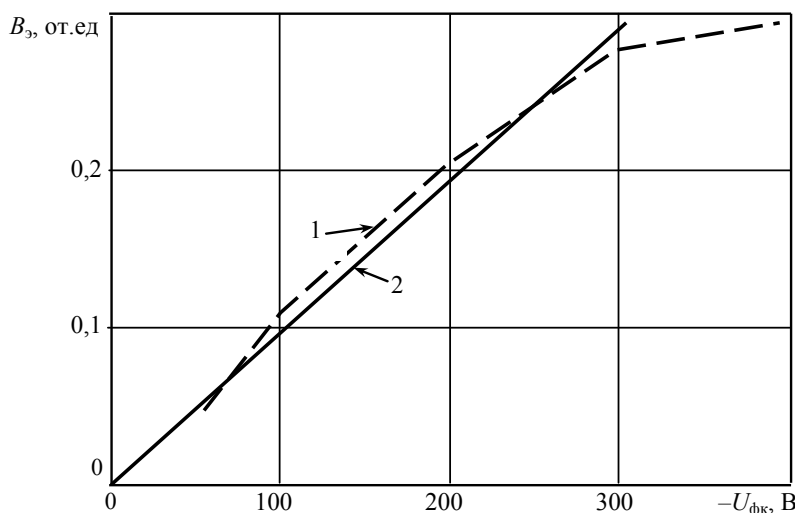


Рис. 1. Зависимость яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на фотокатоде:  
 $U_{\text{МКП}} = 800 \text{ В}$ ;  $U_э = 6 \text{ кВ}$ ;  $E_о = 1$  ( $E_о$  – освещенность фотокатода ЭОП в относительных единицах)

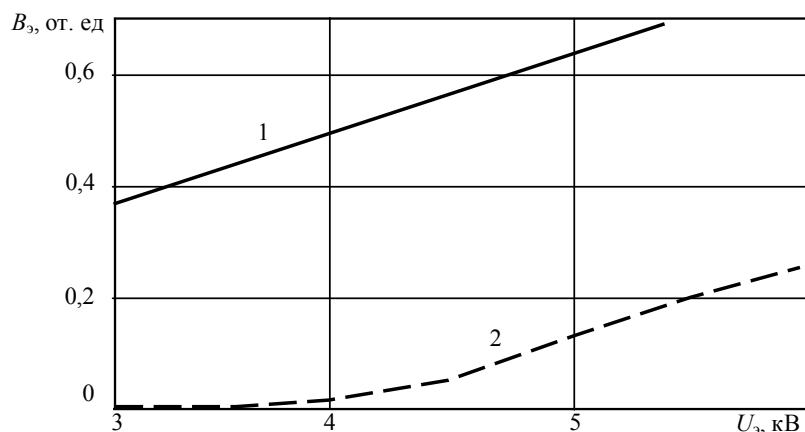


Рис. 2. Зависимость относительной яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на экране:  
 $U_{\text{фк}} = -200 \text{ В}$ ;  $U_{\text{МКП}} = 800 \text{ В}$ ;  $E_о = 1$

Из рис. 3 видно, что характер поведения расчетных и экспериментальных зависимостей ( $E_о = 1$ ) при изменении  $U_{\text{МКП}}$  достаточно хорошо совпадает. Следует отметить, что с увеличением освещенности фотокатода экспериментальные характеристики (кривые 1 и 2) отличаются величиной показателя степени экспоненты в формуле (1). При этом, чем больше освещенность, тем больше отличие. Для выяснения такого отличия требуются дополнительные более тщательные исследования.

На рис. 3 штрихпунктирной линией показана аппроксимация зависимости яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на микроканальной пластине квадратичной функцией

$$B_э = (U_{\text{МКП}} - 580)^2.$$

Из рис. 3 видно, что квадратичная аппроксимация (кривая 5) достаточно хорошо совпадает с теоретической зависимостью, полученной из формулы (1).

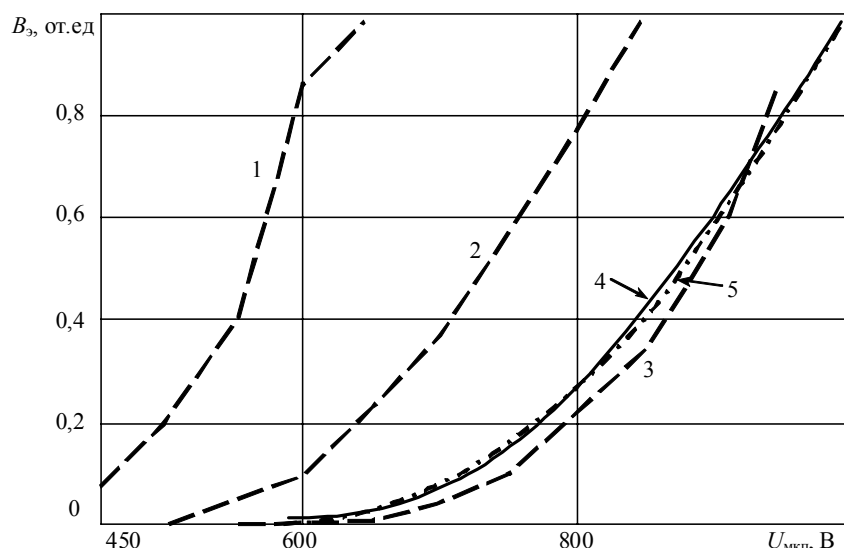


Рис. 3. Зависимость относительной яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на микроканальной пластине: 1 –  $E_0 = 100$ ; 2 –  $E_0 = 10$ ; 3 –  $E_0 = 1$ ; 4 – расчетная кривая ( $E_0 = 1$ ); 5 – расчетная квадратичная зависимость

Проведенный анализ экспериментальных зависимостей и сравнение их с расчетными позволяет заключить, что полученные экспериментальные результаты достоверны и что при малых освещенностях зависимость яркости свечения экрана ЭОП от напряжения на МКП может быть аппроксимирована квадратичной функцией. Получено подтверждение вывода о том, что насыщение МКП в непрерывном режиме при достаточной накопительной емкости элемента ПЗС не ограничивает яркости свечения экрана ЭОП.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 2014/225 по проекту 769.

#### Литература

1. Активные ТВ-системы видения с селекцией фонов рассеяния / В.В. Белов, Г.Г. Матвиенко, Р.Ю. Пак и др. // Датчики и системы. – 2012. – №3. – С. 25–30.
2. Кирпиченко Ю.Р. Исследование влияния режимов питания ЭОП на динамический диапазон активно-импульсной телевизионной системы // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2012. – №2 (26), ч. 1. – С. 100–104.
3. Пат. №2069885 РФ МПК G02B26/10, G02B23/12, G01S17/88. Способ наблюдения объектов при пониженной освещенности и устройство для его осуществления / Правообладатель Йелстаун Корпорейшн Н.В.; заявл. 01.03.1996; опубл. 27.11.1996.
4. Дегтярев П.А. Зависимость коэффициента преобразования электронно-оптического преобразователя с микроканальной пластиной от напряжений на электродах // Вестник СО АН ВШ. – 2002. №1 (8). – С. 35–39.

#### Кирпиченко Юрий Романович

Канд. техн. наук, доцент каф. телевидения и управления ТУСУРа

Тел.: (382-2) 42-33-87

Эл. почта: urkirp@gmail.com

Kirpichenko Yu.R.

#### The dependence of image intensifier screen brightness on the electric potential on its electrodes

The results of experimental investigation of the electric potential variation influence on image intensifier phosphor screen brightness voltage on a microchannel plate can be approximated by a quadratic function. It is noticed that theoretical and experimental results are similar at low illumination and the dependence of image intensifier screen brightness on voltage on a microchannel plate can be approximated by a quadratic function.

**Key words:** photocathode, microchannel plate, image intensifier phosphor screen.