

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R ВТ.1886**  
(03/2011)

**Эталонная функция электронно-оптического преобразования для плоскопанельных дисплеев, используемых в студийном производстве программ ТВЧ**

**Серия ВТ**  
**Радиовещательная служба**  
**(телевизионная)**



## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
<b>BT</b>	<b>Радиовещательная служба (телевизионная)</b>
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.

Электронная публикация  
Женева, 2011 г.

© ITU 2011

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВТ.1886

**Эталонная функция электронно-оптического преобразования  
для плоскопанельных дисплеев<sup>1</sup>, используемых  
в студийном производстве программ ТВЧ**

(2011)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации определена эталонная функция электронно-оптического преобразования (ФЭОП), которой должны соответствовать дисплеи, используемые в производстве программ ТВЧ, в целях содействия согласованному показу изображения<sup>2</sup>. Эталонная ФЭОП определена в виде простого уравнения, включающего экспоненциальную функцию, и основана на измеренных характеристиках электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что эталонные дисплеи играют решающую роль в производстве телевизионных программ, поскольку они используются в качестве эталонного оборудования для показа изображения;
- b) что в целях обеспечения согласованного показа изображения программ, создаваемых для использования в радиовещании, следует унифицировать характеристики эталонных дисплеев;
- c) что в прошлом характеристики показа изображения определялись на основе характеристик электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) и что характеристики оптоэлектронного преобразования косвенным образом основывались на физических характеристиках ЭЛТ;
- e) что эталонные дисплеи с ЭЛТ больше не являются доступными;
- f) что функция электронно-оптического преобразования (ФЭОП) дисплеев с ЭЛТ различается в зависимости от производителей, моделей, регионов, а также изменяется при регулировке контраста и яркости;
- g) что для обеспечения согласованного показа изображения целесообразно, чтобы во вновь внедряемых технологиях производства дисплеев использовалась ФЭОП, которая хорошо согласуется с аналогичной функцией ЭЛТ;
- h) что эталонная ФЭОП для дисплея, не использующего ЭЛТ, не определена ни в одной Рекомендации МСЭ-R;
- j) что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 приведены спецификации характеристик оптоэлектронного преобразования в источнике и что для отображения сигналов, соответствующих этому формату, следует применять общую функцию электронно-оптического преобразования,

*рекомендует,*

**1** чтобы ФЭОП, определенная в Приложении 1, являлась эталонной функцией для дисплеев, используемых при производстве программ ТВЧ и обмене этими программами;

**2** чтобы в некоторых случаях, когда не требуется осуществлять обмен программами, могла использоваться альтернативная ФЭОП, предлагаемое уравнение которой содержится в информативном Дополнении 1.

---

<sup>1</sup> Может также включать проекторы и другие устройства отображения.

<sup>2</sup> Термин "показ изображения" надо понимать как контроль характеристик изображения, призванный обеспечить их неизменность при различных источниках сигнала и в разных фрагментах программы.



## Приложение 1

### Эталонная функция электронно-оптического преобразования

Эталонная ФЭОП определена уравнением:

$$L = a(\max[(V + b), 0])^\gamma,$$

где:

$L$ : яркость экрана (кд/м<sup>2</sup>);

$L_W$ : яркость экрана, соответствующая уровню белого;

$L_B$ : яркость экрана, соответствующая уровню черного;

$V$ : уровень входного видеосигнала (нормированный, от уровня черного при  $V = 0$  до уровня белого при  $V = 1$ . Для содержания, соответствующего Рекомендации МСЭ-R ВТ.709<sup>3</sup>, значения 10-битового цифрового кода "D" преобразуются в значения  $V$  с использованием следующего уравнения:  $V = (D-64)/876$ ;

$\gamma$ : экспонента функции мощности,  $\gamma = 2,40^4$ ;

$a$ : переменная, обозначающая усиление пользователя (прежнее название – регулировка "контраста"):

$$a = (L_W^{1/\gamma} - L_B^{1/\gamma})^\gamma;$$

$b$ : переменная, обозначающая повышение пользователем уровня черного (прежнее название – регулировка "яркости"):

$$b = \frac{L_B^{1/\gamma}}{L_W^{1/\gamma} - L_B^{1/\gamma}}.$$

Указанные выше переменные  $a$  и  $b$  находятся путем решения следующих уравнений, так что при  $V = 1$   $L = L_W$  и при  $V = 0$   $L = L_B$ :

$$L_B = a \cdot b^\gamma$$

$$L_W = a \cdot (1+b)^\gamma.$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В настоящей Рекомендации определяется уравнение эталонной ФЭОП, и если требуется подтвердить, что устройство отображения соответствует эталонному уравнению, то измерение рекомендуется проводить в темной комнате.

<sup>3</sup> Для эталонного уровня черного  $D = 64$ , для эталонного уровня белого  $D = 940$ .

<sup>4</sup> Как оказалось, это значение удовлетворительно согласуется с характеристиками традиционных дисплеев в ЭЛТ.

## Дополнение 1 (информативное)

### Обеспечение соответствия ФЭОП ЭЛТ

Считается что ФЭОП, определенная в Приложении 1, в удовлетворительной степени, но не в точности соответствует характеристикам фактической ЭЛТ. Если желательно обеспечить соответствие той или иной ЭЛТ, то параметры  $L_w$  и  $L_B$  ФЭОП можно взять равными соответствующим значениям характеристик ЭЛТ, в отношении которой обеспечивается соответствие. Для средних установок уровня черного, например  $0,1 \text{ кд/м}^2$ , присвоение  $L_B$  ФЭОП значения  $0,1$  обеспечит удовлетворительное соответствие характеристикам ЭЛТ. В случае если ЭЛТ работает с более низким уровнем черного, например  $0,01 \text{ кд/м}^2$ , то ФЭОП обеспечит более высокую степень соответствия, если присвоить  $L_B$  более низкое значение, например  $0,0 \text{ кд/м}^2$ . Если необходимо обеспечить более точное соответствие между характеристиками плоскопанельного дисплея и ЭЛТ, то решением может стать альтернативная формула для ФЭОП.

#### Один из примеров альтернативной аппроксимации ФЭОП дисплея с ЭЛТ

Один из примеров ФЭОП, имеющей альтернативные характеристики ФЭОП ЭЛТ:

$$L = k (Vc + b)^{(\alpha_1 - \alpha_2)} [V + b]^{\alpha_2} \quad \text{для } V < Vc$$

$$L = k [V + b]^{\alpha_1} \quad \text{для } Vc \leq V,$$

где:

$Vc$ :  $0,35$ ;  $\alpha_1 = 2,6$ ;  $\alpha_2 = 3,0$ ;

$L$ : яркость экрана ( $\text{кд/м}^2$ );

$L_w$ : яркость экрана, соответствующая уровню белого, эталонное значение  $L_w = 100 \text{ кд/м}^2$ ;

$V$ : уровень входного видеосигнала (нормированный, от уровня черного при  $V = 0$  до уровня белого при  $V = 1$ . Значения 10-битового цифрового кода "D" преобразуются в значения  $V$  с использованием следующего уравнения:

$$V = (D - 64) / 876;$$

$k$ : коэффициент нормирования (чтобы уровню белого соответствовало значение  $V = 1$ ), ( $k = L_w / [1 + b]^{\alpha_1}$ );

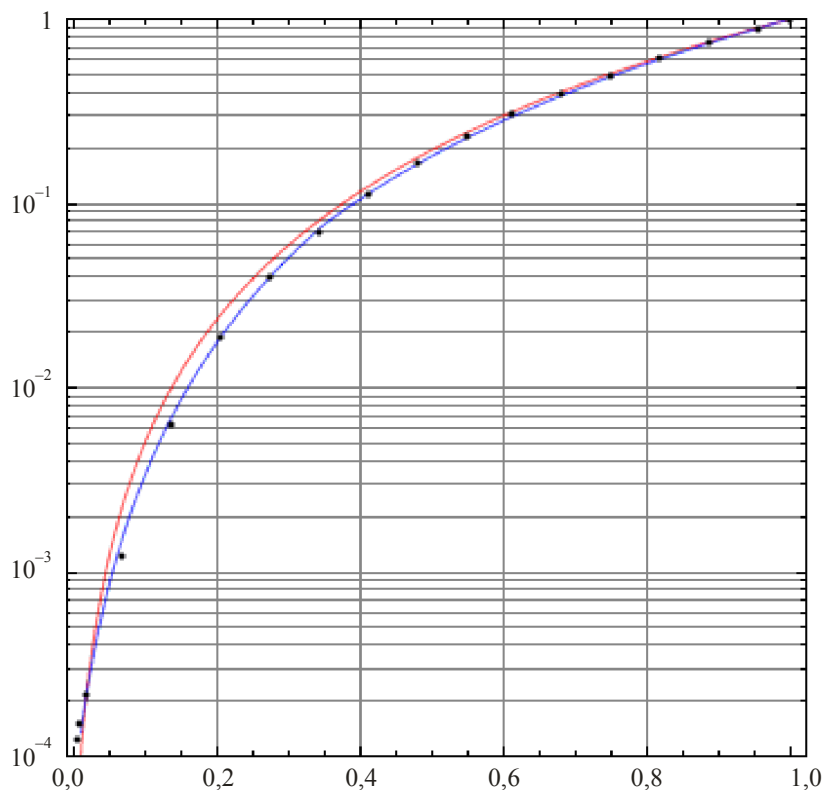
$b$ : переменная, обозначающая повышение уровня черного (прежнее название – регулировка "яркости").

Значение  $b$  принимается таким, чтобы рассчитанное значение яркости совпадало с данными измерения при уровне входного сигнала  $0,0183 (= (80 - 64) / 876)$ .

Значение  $b$  меняется в зависимости от регулировки "яркости".

РИСУНОК 1

Функции ФЭОП: черная точка (измеренные данные), красная линия (эталонная ФЭОП), синяя линия (альтернативное уравнение ФЭОП,  $V_c = 0,35$ ;  $\alpha_1 = 2,6$ ;  $\alpha_2 = 3,0$ )



ВТ.1886-01

## Дополнение 2 (информативное)

### Исторический обзор

Долгие годы в качестве эталонных дисплеев при производстве и контроле программ ТВЧ использовались дисплеи с ЭЛТ. В настоящее время для замены устаревающих дисплеев с ЭЛТ используются дисплеи, основанные на различных физических технологиях. Важно определить характеристики следующего поколения дисплеев, с тем чтобы при производстве будущих программ можно было получать согласующиеся результаты. Целесообразно, чтобы ФЭОП, определенная для новых технологий дисплеев, обладала достаточной степенью соответствия ФЭОП традиционных дисплеев с ЭЛТ. Вместе с тем ФЭОП традиционных ЭЛТ никогда не была в точности отражена в документах, поскольку все ЭЛТ естественным образом работали одинаково. В этой Рекомендации определяется эталонная ФЭОП, которая должна быть реализована в дисплеях, используемых при производстве программ ТВЧ.

Несмотря на то что в процессе записи изображения, определенном в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709, присутствует функция оптико-электрического преобразования, ФЭОП никогда не была отражена в документах. Отчасти это связано с тем, что до недавнего времени во всех устройствах отображения использовались ЭЛТ, обладавшие довольно согласованными характеристиками от устройства к устройству.

В настоящей Рекомендации НЕ меняются какие бы то ни было параметры сигнала, определенные в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709; кроме того, не затрагивается какое бы то ни было установленное оборудование.

### Оптоэлектронное преобразование, определенное в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709

Пункт	Параметр	Значение	
1.1	Характеристики оптоэлектронного преобразования до нелинейной предкоррекции	Принимаются линейными	
1.2	Общие характеристики оптоэлектронного преобразования в источнике	$V = 1,099 L^{0,45} - 0,099$ для $1 \geq L \geq 0,018$ $V = 4,500 L$ для $0,018 > L \geq 0$ , где: $L$ : яркость изображения $0 \leq L \leq 1$ ; $V$ : соответствующий электрический сигнал	
1.3	Координаты цветности (СIE, 1931) Первичные – Красный ( $R$ ) – Зеленый ( $G$ ) – Синий ( $B$ )	$x$	$Y$
		0,640	0,330
		0,300	0,600
1.4	Предполагаемая цветность для равных первичных сигналов (эталонный уровень белого)  $E_R = E_G = E_B$	$D_{65}$	
		$x$	$y$
		0,3127	0,3290

По мере внедрения новых технологий производства дисплеев, которые имеют характеристики, полностью отличающиеся от характеристик дисплеев с ЭЛТ, необходимо определить ФЭОП новых устройств, имитирующую ФЭОП дисплеев с ЭЛТ. При измерении ФЭОП большого числа ЭЛТ было определено, что на самом деле эта функция ЭЛТ сильно менялась при регулировке яркости/контраста, и, следовательно, в точности имитировать возможности (или ограничения) ЭЛТ не получится.

Пользователи, применяющие настоящую Рекомендацию к новым технологиям, должны быть в состоянии достичь более высокого единообразия показываемого изображения, чем это было возможно в прошлом.