

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)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
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 дисплеев¹, 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 изображения². 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.

¹ Может также включать проекторы и другие устройства отображения.

² 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/м²);

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.709³, значения 10-битового цифрового кода "D" преобразуются в значения V с использованием следующего уравнения: $V = (D-64)/876$;

γ : 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.

³ Для эталонного уровня черного $D = 64$, для эталонного уровня белого $D = 940$.

⁴ 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 (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 $V = 1$), ($k = L_w / [1 + b]^{\alpha_1}$);

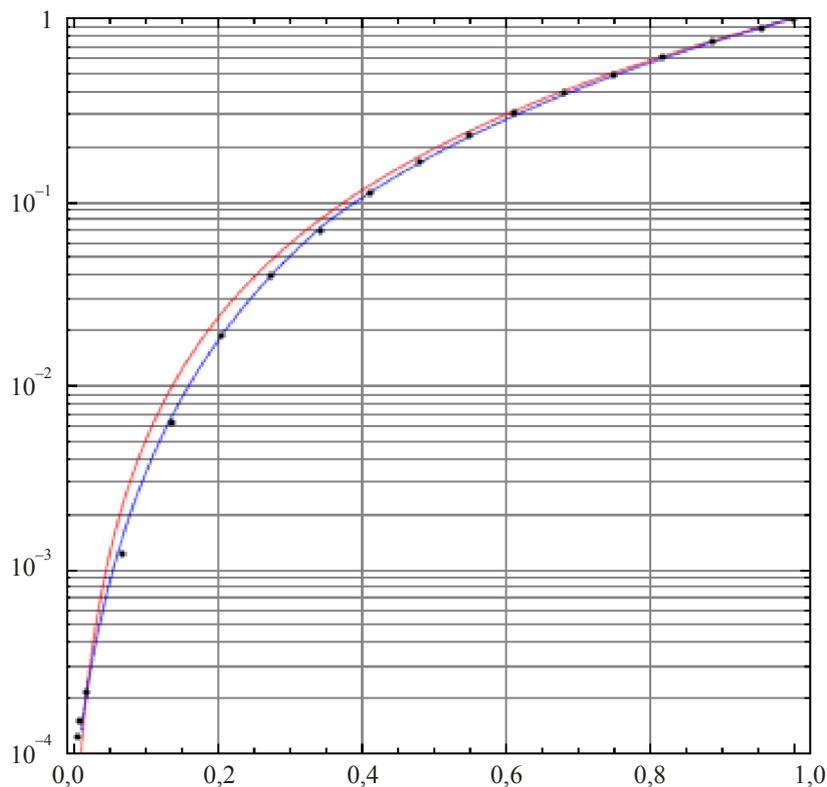
b : переменная, обозначающая повышение уровня черного (прежнее название – регулировка "яркости").

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.