

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020-2
(10/2015)

**Значения параметров для систем
телевидения сверхвысокой четкости
для производства программ и
международного обмена ими**

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 МСЭ-R 1. 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	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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 МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2017 г.

© ITU 2017

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.2020-2

**Значения параметров для систем телевидения сверхвысокой четкости
для производства программ и международного обмена ими**

(2012-2014-2015)

Сфера применения

Телевидение сверхвысокой четкости (ТСВЧ) предоставляет зрителям возможность просмотра программ с более высоким качеством изображения, достигаемого в основном благодаря широкому полю обзора как по горизонтали, так и по вертикали, при этом возможно выбрать размер экрана, подходящий для использования в домашних условиях или в общественных местах. Для применений ТСВЧ необходимы параметры системы более высокого уровня, чем в случае систем ТВЧ. В настоящей Рекомендации устанавливаются значения параметров системы для изображения ТСВЧ в целях производства программ и международного обмена программами.

Ключевые слова

ТСВЧ, параметры системы для изображения, широкое поле обзора, система телевидения, международный обмен программами.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что с 1997 года в нескольких администрациях была создана служба цифрового наземного телевизионного радиовещания, которая может предоставлять программы с высоким качеством изображения с помощью систем ТВЧ;
- b) что зрители ожидают от будущих ТВ-систем, следующих за ТВЧ, улучшенных характеристик по сравнению с теми, которые предлагаются существующими системами ТВЧ, в плане более реалистичных ощущений, меньших отличий от реального мира и более точной передачи визуальной информации;
- c) что, как ожидается, телевидение сверхвысокой четкости (ТСВЧ) станет доступным в ближайшем будущем при использовании, помимо прочего, больших размеров экрана, более высокого пространственно-временного разрешения, более широкой цветовой гаммы, расширенного динамического диапазона и т. д., принимая во внимание разработки, осуществляемые в технологии устройств отображения;
- d) что МСЭ-R проводит исследования в области формирования изображений с очень высоким разрешением (EHRI) и расширенной иерархии форматов изображения в системах цифрового изображения для большого экрана (LSDI) и разработал соответствующие Рекомендации, а именно: Рекомендацию МСЭ-R ВТ.1201-1, в которой приводятся руководящие указания по характеристикам изображения для систем изображения с очень высоким разрешением, и Рекомендацию МСЭ-R ВТ.1769, в которой указываются значения параметров для расширенной иерархии форматов изображений LSDI;
- e) что LSDI – это система, обеспечивающая возможность демонстрации изображения на очень больших экранах, используемых, как правило, для общественного просмотра. Данная система может использоваться в ходе различных мероприятий, включая демонстрации программ, например постановочных программ, спектаклей, спортивных мероприятий, концертов и т. д.;
- f) что EHRI – это система, обеспечивающая более высокое, по сравнению с ТВЧ, разрешение, которая может быть использована как для телевидения, так и в областях, не связанных с вещанием (например, в компьютерной графике, полиграфии и медицине);
- g) что система ТСВЧ предоставляет зрителям возможность просмотра программ с более качественными зрительскими ощущениями, в основном благодаря широкому полю обзора, которое

охватывает значительную часть естественного человеческого поля зрения, при этом возможно выбрать размер экрана, подходящий для использования в домашних условиях или в общественных местах;

h) что в системах ТСВЧ желательно использовать форматы сигналов, способствующие повышению эффективности сжатия, поскольку в этих системах используется большее количество пикселей, чем в системах ТВЧ,

отмечая,

что в Отчете МСЭ-R ВТ.2246 описано современное состояние телевидения сверхвысокой четкости,

рекомендует,

чтобы для производства программ в системах ТСВЧ и международного обмена этими программами использовались значения параметров, определенные в настоящей Рекомендации¹,

и далее рекомендует,

чтобы, если будет показано, что какая-либо альтернативная функция электронно-оптического преобразования (ЕОТФ) обеспечивает значительные преимущества, одновременно не накладывая серьезных ограничений, настоящая Рекомендация была расширена с целью использования улучшенной функции ЕОТФ.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В будущем настоящая Рекомендация должна быть рассмотрена с целью ее расширения в виде дополнений для включения более подробных параметров изображения.

ТАБЛИЦА 1

Пространственные характеристики изображения

Параметр	Значения	
Формат изображения	16:9	
Количество пикселей по горизонтали × по вертикали	7 680 × 4 320	3 840 × 2 160
Решетка дискретизации	Ортогональная	
Формат пикселя	1:1 (квадратные пиксели)	
Адресация пикселей	Порядок следования пикселей в каждом ряду – слева направо, нумерация рядов – сверху вниз	

¹ Обе системы ТСВЧ, как с разрешением 3840 × 2160, так и с разрешением 7680 × 4320, будут в основном применяться для "доставки" телевизионных программ в дома, где зрители при просмотре смогут насладиться эффектом полного погружения в происходящее на экране и более полным ощущением реальности происходящего благодаря использованию ТВ-экранов с диагональю порядка 1,5 м и более, или во время демонстрации программ на больших экранах (LSDI) в театрах, залах и в других местах, например на спортивных мероприятиях или в тематических парках.

Зрителям будет также интересна возможность просмотра программ на планшетных ПК с очень высоким разрешением.

Системы с разрешением 7680 × 4320 обеспечивают более полные зрительные ощущения при большем разнообразии условий просмотра по сравнению с системами, имеющими разрешение 3840 × 2160.

Для доставки подобных программ в дома средствами наземного или спутникового вещания потребуется, по всей вероятности, повысить эффективность кодирования сигналов видеисточника и/или пропускную способность каналов передачи по сравнению с теми параметрами, которые используются в существующих системах. В настоящее время для достижения этой цели проводятся исследования. Доставка такого рода программ на начальном этапе будет осуществляться с помощью кабельных или волоконно-оптических каналов.

На выбор частоты кадров могут влиять частота в электросети и вид используемого освещения объектов, а также соображения, связанные с преобразованием программного материала между более высокими частотами кадров и более низкими частотами кадров (см. Отчет МСЭ-R ВТ.2246).

ТАБЛИЦА 2
Временные характеристики изображения

Параметр	Значения
Частота кадров (Гц)	120; 120/1,001; 100; 60; 60/1,001; 50; 30; 30/1,001; 25; 24; 24/1,001
Тип развертки	Прогрессивная

ТАБЛИЦА 3
Колориметрия системы

Параметр	Значения		
Характеристика электронно-оптического преобразования перед проведением нелинейной предварительной коррекции	Предполагается линейная ⁽¹⁾		
Первичные цвета и опорный уровень белого ⁽²⁾	Координаты цветности (CIE, 1931)	x	y
	Первичный красный (R)	0,708	0,292
	Первичный зеленый (G)	0,170	0,797
	Первичный синий (B)	0,131	0,046
	Опорный уровень белого (D65)	0,3127	0,3290

(1) Информация об изображении может быть линейно отображена с помощью трехцветных координат RGB в диапазоне 0–1.

(2) Колориметрические значения в информации об изображении могут быть определены на основе опорных первичных цветов RGB и опорного уровня белого.

ТАБЛИЦА 4
Формат сигнала

Параметр	Значения	
Формат сигнала	$R'G'B'(1)$	
	Постоянная яркость $Y'_C C'_{BC} C'_{RC}(2)$	Непостоянная яркость $Y'_C B' C'_R(3)$
Нелинейная передаточная функция ⁽⁴⁾	$E' = \begin{cases} 4,5E, & 0 \leq E < \beta \\ \alpha E^{0,45} - (\alpha - 1), & \beta \leq E \leq 1 \end{cases}$ <p>где E – это напряжение, нормализованное по опорному уровню белого и пропорциональное яркости, присущей опорным камерным каналам цветности R, G, B; E' – это результирующий нелинейный сигнал. α и β – решения для следующей системы уравнений:</p> $\begin{cases} 4,5\beta = \alpha\beta^{0,45} - \alpha + 1 & (1) \\ 4,5 = 0,45\alpha\beta^{-0,55} & (2) \end{cases}$ <p>Эта система уравнений обеспечивает необходимое условие для бесперебойного соединения двух отрезков кривой и приводит к значениям $\alpha = 1,09929682680944\dots$ и $\beta = 0,018053968510807\dots$. По практическим соображениям могут использоваться следующие значения: $\alpha = 1,099$ и $\beta = 0,018$ для 10-битовых систем $\alpha = 1,0993$ и $\beta = 0,0181$ для 12-битовых систем</p>	
Производные Y'_C и Y'	$Y'_C = (0,2627R + 0,6780G + 0,0593B)'$	$Y' = 0,2627R' + 0,6780G' + 0,0593B'$
Производные цветоразностных сигналов	$C'_{BC} = \begin{cases} \frac{B'-Y'_C}{-2N_B}, & N_B \leq B'-Y'_C \leq 0 \\ \frac{B'-Y'_C}{2P_B}, & 0 < B'-Y'_C \leq P_B \end{cases},$ $C'_{RC} = \begin{cases} \frac{R'-Y'_C}{-2N_R}, & N_R \leq R'-Y'_C \leq 0 \\ \frac{R'-Y'_C}{2P_R}, & 0 < R'-Y'_C \leq P_R \end{cases}$ <p>где $P_B = \alpha(1 - 0,0593^{0,45}) = 0,7909854\dots$ $N_B = \alpha(1 - 0,9407^{0,45}) - 1 = -0,9701716\dots$ $P_R = \alpha(1 - 0,2627^{0,45}) = 0,4969147\dots$ $N_R = \alpha(1 - 0,7373^{0,45}) - 1 = -0,8591209\dots$</p> <p>В практических целях могут использоваться следующие значения:</p> $P_B = 0,7910, N_B = -0,9702$ $P_R = 0,4969, N_R = -0,8591$	$C'_B = \frac{B' - Y'}{1,8814}$ $C'_R = \frac{R' - Y'}{1,4746}$

Примечания к таблице 4:

- (1) Значения $R'G'B'$ могут использоваться для обмена программами, если первостепенное значение имеет производство программ наилучшего качества.
- (2) Постоянная яркость $Y'_cC'_{BC}C'_{RC}$ может использоваться, если первостепенное значение имеет наиболее точное удерживание информации о яркости или ожидается повышение эффективности кодирования в целях доставки программ (см. Отчет МСЭ-R ВТ.2246).
- (3) Традиционная непостоянная яркость $Y'C'_BC'_R$ может применяться, если первостепенное значение имеет использование во всей радиовещательной сети такой же эксплуатационной практики, как в ТСЧ и ТВЧ (см. Отчет МСЭ-R ВТ.2246).
- (4) При типичной практике производства функция кодирования источников изображения корректируется, так что итоговое изображение имеет желаемый вид, который просматривается на эталонном мониторе с эталонной функцией декодирования, приведенной в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1886, в эталонной среде просмотра, определенной в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2035.

ТАБЛИЦА 5

Цветовое представление

Параметр	Значения		
Кодированный сигнал	R', G', B' или Y', C'_B, C'_R или Y'_c, C'_{BC}, C'_{RC}		
Решетка дискретизации – R', G', B', Y', Y'_c	Ортогональная, с повторениями строк и кадров, решетки отсчетов совмещаются		
Решетка дискретизации – C'_B, C'_R или C'_{BC}, C'_{RC}	Ортогональная, с повторениями строк и кадров, решетки отсчетов совмещаются друг с другом. Первая выборка (верхняя слева) совмещается с первыми выборками Y'		
	Система 4:4:4	Система 4:2:2	Система 4:2:0
	Каждая решетка имеет такое же количество горизонтальных отсчетов, что и у компоненты $Y'(Y'_c)$	Осуществляется горизонтальная субдискретизация с коэффициентом 2 по отношению к компоненте $Y'(Y'_c)$	Осуществляется горизонтальная и вертикальная субдискретизация с коэффициентом 2 по отношению к компоненте $Y'(Y'_c)$
Формат кодирования	10 или 12 битов на компоненту		
Квантование $R', G', B', Y', Y'_c, C'_B, C'_R, C'_{BC}, C'_{RC}$	$DR' = INT \left[(219 \times R' + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DG' = INT \left[(219 \times G' + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DB' = INT \left[(219 \times B' + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DY'(DY'_c) = INT \left[(219 \times Y'(Y'_c) + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DC'_B(DC'_{BC}) = INT \left[(224 \times C'_B(C'_{BC}) + 128) \times 2^{n-8} \right]$ $DC'_R(DC'_{RC}) = INT \left[(224 \times C'_R(C'_{RC}) + 128) \times 2^{n-8} \right]$		

ТАБЛИЦА 5 (продолж.)

Параметр	Значения	
Уровни квантования – уровень черного $DR', DG', DB', DY', DY'_C$ – ахроматический $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$ – номинальный пиковый $DR', DG', DB', DY', DY'_C$ $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	10-битовое кодирование	12-битовое кодирование
	64	256
	512	2 048
	940	3 760
	64 и 960	256 и 3 840
Назначение уровней квантования – видеоданные – контрольные отметки времени	10-битовое кодирование	12-битовое кодирование
	с 4 по 1 019 0–3 и 1 020–1 023	с 16 по 4 079 0–15 и 4 080–4 095