

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.2111-2  
(12/2020)

## Спецификация испытательной таблицы цветных полос для телевизионных систем большого динамического диапазона

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 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)
<b>BT</b>	<b>Радиовещательная служба (телевизионная)</b>
F	Фиксированная служба
M	Подвижная служба, 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, 2021 г.

© ITU 2021

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.2111-2

**Спецификация испытательной таблицы цветных полос  
для телевизионных систем большого динамического диапазона**

(2017-2019-2020)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации подробно описаны эталонные испытательные таблицы для телевизионных систем большого динамического диапазона, определенных в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100.

**Ключевые слова**

Цветные полосы, HDR, HDR-TV, HLG, PQ, испытательная таблица, испытательный сигнал.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что испытательные таблицы обеспечивают удобные средства оценки показателей цветности и яркости в телевизионной системе;
- b) что такая испытательная таблица может быть полезна для радиовещания в нескольких форматах или преобразования между этими форматами;
- c) что использование испытательной таблицы может упростить испытательные процедуры и снизить вероятность неверной интерпретации параметров сигнала и несогласования систем,

*отмечая,*

что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100 определены значения параметров изображения для телевидения большого динамического диапазона (HDR-TV) в целях использования при производстве программ и международном обмене программами,

*рекомендует,*

чтобы определенные в Приложении 1 испытательные таблицы были реализованы и могли быть использованы в целях производства и распределения в системах HDR-TV.

**Приложение 1  
(нормативное)****Спецификация испытательной таблицы****1 Нормативные ссылки**

Рекомендация МСЭ-R ВТ.471	Номенклатура и описание сигналов цветовых полос.
Рекомендация МСЭ-R ВТ.709	Значения параметров стандартов ТВЧ для производства программ и международного обмена программами.
Рекомендация МСЭ-R ВТ.2100	Значения параметров изображений для систем телевидения большого динамического диапазона для использования в производстве программ и международном обмене ими.

## 2 Цель

Эталонная испытательная таблица предназначена для нескольких целей:

- контроль качества цветности и яркости на протяжении производственной цепочки;
- проверка и подстройка регулировки цветности и яркости вещательного оборудования, в частности видеомониторов;
- общее испытание оборудования для производства, выпуска и представления видеопрограмм;
- определение активности цепи видеосигнала и доступности связанного с ним звукового сигнала.

Не предполагается, что эта испытательная таблица будет использоваться для регулировки уровня черного, оптимальным способом установки которого является использование сигнала PLUGE.

## 3 Типы систем

Таблица, описанная в настоящей Рекомендации, предназначена для использования с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100. Эти системы различаются по пропорциям кодирования цвета (или "колориметрии") и разрешению.

## 4 Участки испытательной таблицы<sup>1</sup>

На рисунке 1 показаны участки испытательной таблицы для системы HLG с узким диапазоном кодирования, на рисунке 2 показана таблица для системы PQ с узким диапазоном кодирования, и на рисунке 3 показана таблица для системы PQ с полным диапазоном кодирования. Схема цветов показана на рисунке 4. См. также Прилагаемые документы 1 и 2.

---

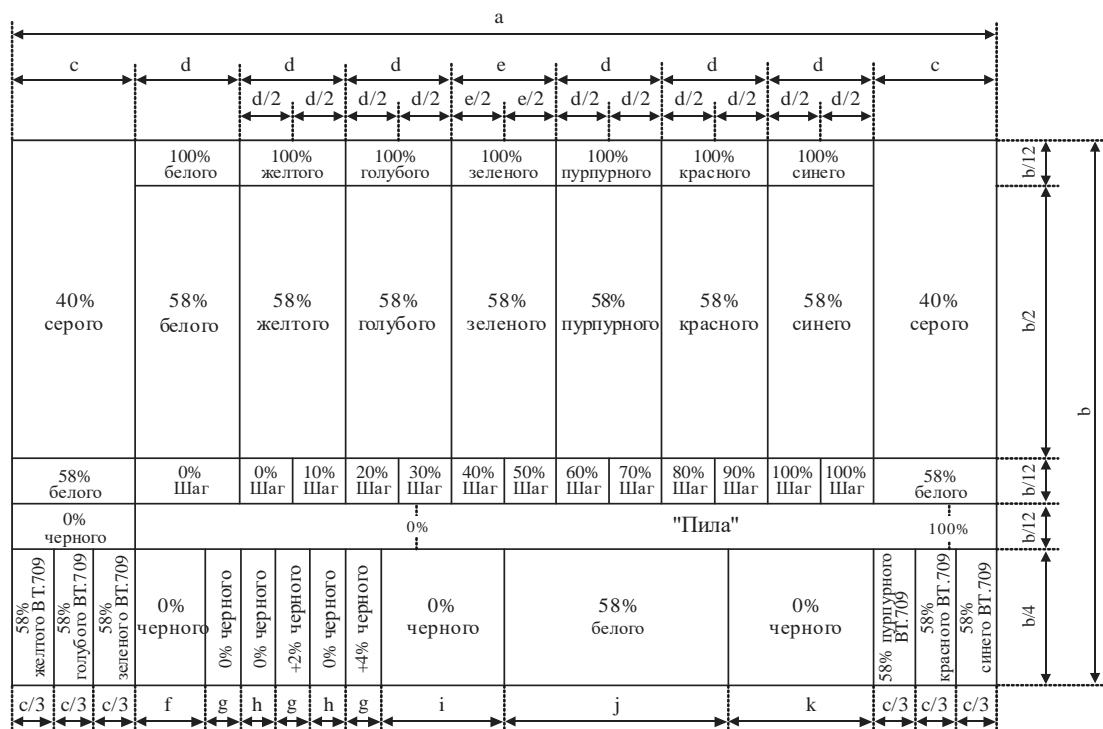
<sup>1</sup> Желательно, чтобы проектировщики обязаны были включать в этот испытательный сигнал некоторую визуальную идентификацию формата сигнала (узкий диапазон HLG, узкий диапазон PQ или полный диапазон PQ). Испытательная таблица содержит серые полосы (сверху справа и сверху слева), которые могут факультативно использоваться для этой и/или других целей.





РИСУНОК 3

Подробное представление испытательной таблицы полного диапазона PQ



ВТ.2111-03

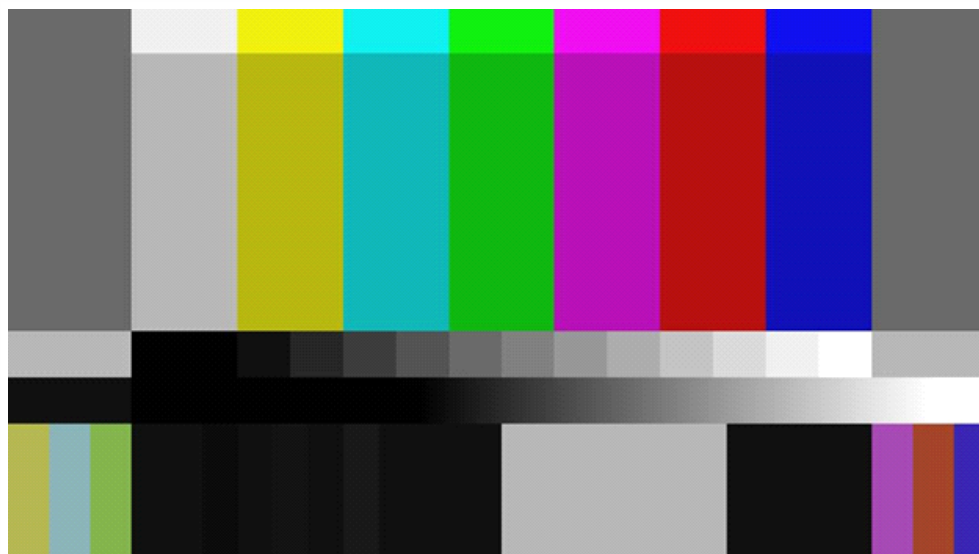
ТАБЛИЦА 1

Размеры полос для форматов 2К, 4К и 8К

Размер полосы (пиксели)	2К	4К	8К
a	1 920	3 840	7 680
b	1 080	2 160	4 320
c	240	480	960
d	206	412	824
e	204	408	816
f	136	272	544
g	70	140	280
h	68	136	272
i	238	476	952
j	438	876	1 752
k	282	564	1 128

РИСУНОК 4

Схема цветов для испытательной таблицы



ВТ.2111-04

ТАБЛИЦА 2

Уровень сигнала для узкого диапазона HLG

Область изображения	10 битов			12 битов		
	R'	G'	B'	R'	G'	B'
100% белого	940	940	940	3 760	3 760	3 760
100% желтого	940	940	64	3 760	3 760	256
100% голубого	64	940	940	256	3 760	3 760
100% зеленого	64	940	64	256	3 760	256
100% пурпурного	940	64	940	3 760	256	3 760
100% красного	940	64	64	3 760	256	256
100% синего	64	64	940	256	256	3 760
75% белого	721	721	721	2 884	2 884	2 884
75% желтого	721	721	64	2 884	2 884	256
75% голубого	64	721	721	256	2 884	2 884
75% зеленого	64	721	64	256	2 884	256
75% пурпурного	721	64	721	2 884	256	2 884
75% красного	721	64	64	2 884	256	256
75% синего	64	64	721	256	256	2 884
40% серого	414	414	414	1 656	1 656	1 656
Шаг -7%	4	4	4	16	16	16
Шаг 0%	64	64	64	256	256	256
Шаг 10%	152	152	152	608	608	608
Шаг 20%	239	239	239	956	956	956

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Область изображения	10 битов			12 битов		
	R'	G'	B'	R'	G'	B'
Шаг 30%	327	327	327	1 308	1 308	1 308
Шаг 40%	414	414	414	1 656	1 656	1 656
Шаг 50%	502	502	502	2 008	2 008	2 008
Шаг 60%	590	590	590	2 360	2 360	2 360
Шаг 70%	677	677	677	2 708	2 708	2 708
Шаг 80%	765	765	765	3 060	3 060	3 060
Шаг 90%	852	852	852	3 408	3 408	3 408
Шаг 100%	940	940	940	3 760	3 760	3 760
Шаг 109%	1 019	1 019	1 019	4 076	4 076	4 076
	См. рисунок 5 и таблицу 5					
75% желтого ВТ.709	713	719	316	2 852	2 876	1 264
75% голубого ВТ.709	538	709	718	2 152	2 836	2 872
75% зеленого ВТ.709	512	706	296	2 048	2 824	1 184
75% пурпурного ВТ.709	651	286	705	2 604	1 144	2 820
75% красного ВТ.709	639	269	164	2 556	1 076	656
75% синего ВТ.709	227	147	702	908	588	2 808
0% черного	64	64	64	256	256	256
-2% черного	48	48	48	192	192	192
+2% черного	80	80	80	320	320	320
+4% черного	99	99	99	396	396	396

ТАБЛИЦА 3

## Уровень сигнала для узкого диапазона PQ

Область изображения	10 битов			12 битов		
	R'	G'	B'	R'	G'	B'
100% белого	940	940	940	3 760	3 760	3 760
100% желтого	940	940	64	3 760	3 760	256
100% голубого	64	940	940	256	3 760	3 760
100% зеленого	64	940	64	256	3 760	256
100% пурпурного	940	64	940	3 760	256	3 760
100% красного	940	64	64	3 760	256	256
100% синего	64	64	940	256	256	3 760



ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Область изображения	10 битов			12 битов		
	R'	G'	B'	R'	G'	B'
58% белого	572	572	572	2 288	2 288	2 288
58% желтого	572	572	64	2 288	2 288	256
58% голубого	64	572	572	256	2 288	2 288
58% зеленого	64	572	64	256	2 288	256
58% пурпурного	572	64	572	2 288	256	2 288
58% красного	572	64	64	2 288	256	256
58% синего	64	64	572	256	256	2 288
40% серого	414	414	414	1 656	1 656	1 656
Шаг -7%	4	4	4	16	16	16
Шаг 0%	64	64	64	256	256	256
Шаг 10%	152	152	152	608	608	608
Шаг 20%	239	239	239	956	956	956
Шаг 30%	327	327	327	1 308	1 308	1 308
Шаг 40%	414	414	414	1 656	1 656	1 656
Шаг 50%	502	502	502	2 008	2 008	2 008
Шаг 60%	590	590	590	2 360	2 360	2 360
Шаг 70%	677	677	677	2 708	2 708	2 708
Шаг 80%	765	765	765	3 060	3 060	3 060
Шаг 90%	852	852	852	3 408	3 408	3 408
Шаг 100%	940	940	940	3 760	3 760	3 760
Шаг 109%	1 019	1 019	1 019	4 076	4 076	4 076
"Пила"	См. рисунок 5 и таблицу 5					
58% желтого ВТ.709	568	571	381	2 272	2 284	1 524
58% голубого ВТ.709	484	566	571	1 936	2 264	2 284
58% зеленого ВТ.709	474	564	368	1 896	2 256	1 472
58% пурпурного ВТ.709	536	361	564	2 144	1 444	2 256
58% красного ВТ.709	530	350	256	2 120	1 400	1 024
58% синего ВТ.709	317	236	562	1 268	944	2 248
0% черного	64	64	64	256	256	256
-2% черного	48	48	48	192	192	192
+2% черного	80	80	80	320	320	320
+4% черного	99	99	99	396	396	396

ТАБЛИЦА 4  
Уровень сигнала для полного диапазона RQ

Область изображения	10 битов			12 битов		
	R´	G´	B´	R´	G´	B´
100% белого	1 023	1 023	1 023	4 095	4 095	4 095
100% желтого	1 023	1 023	0	4 095	4 095	0
100% голубого	0	1 023	1 023	0	4 095	4 095
100% зеленого	0	1 023	0	0	4 095	0
100% пурпурного	1 023	0	1 023	4 095	0	4 095
100% красного	1 023	0	0	4 095	0	0
100% синего	0	0	1 023	0	0	4 095
58% белого	593	593	593	2 375	2 375	2 375
58% желтого	593	593	0	2 375	2 375	0
58% голубого	0	593	593	0	2 375	2 375
58% зеленого	0	593	0	0	2 375	0
58% пурпурного	593	0	593	2 375	0	2 375
58% красного	593	0	0	2 375	0	0
58% синего	0	0	593	0	0	2 375
40% серого	409	409	409	1 638	1 638	1 638
Шаг 0%	0	0	0	0	0	0
Шаг 10%	102	102	102	410	410	410
Шаг 20%	205	205	205	819	819	819
Шаг 30%	307	307	307	1 229	1 229	1 229
Шаг 40%	409	409	409	1 638	1 638	1 638
Шаг 50%	512	512	512	2 048	2 048	2 048
Шаг 60%	614	614	614	2 457	2 457	2 457
Шаг 70%	716	716	716	2 867	2 867	2 867
Шаг 80%	818	818	818	3 276	3 276	3 276
Шаг 90%	921	921	921	3 686	3 686	3 686
Шаг 100%	1 023	1 023	1 023	4 095	4 095	4 095
"Пила"	См. рисунок 6 и таблицу 6					
58% желтого ВТ.709	589	592	370	2 356	2 370	1 480
58% голубого ВТ.709	491	586	592	1 964	2 345	2 368
58% зеленого ВТ.709	478	584	355	1 915	2 339	1 420
58% пурпурного ВТ.709	551	347	584	2 206	1 389	2 336
58% красного ВТ.709	544	334	225	2 178	1 337	900
58% синего ВТ.709	296	201	582	1 184	805	2 328
0% черного	0	0	0	0	0	0
+2% черного	20	20	20	82	82	82
+4% черного	41	41	41	164	164	164

РИСУНОК 5

## Уровни сигналов "пилы" для узкого диапазона HLG/PQ

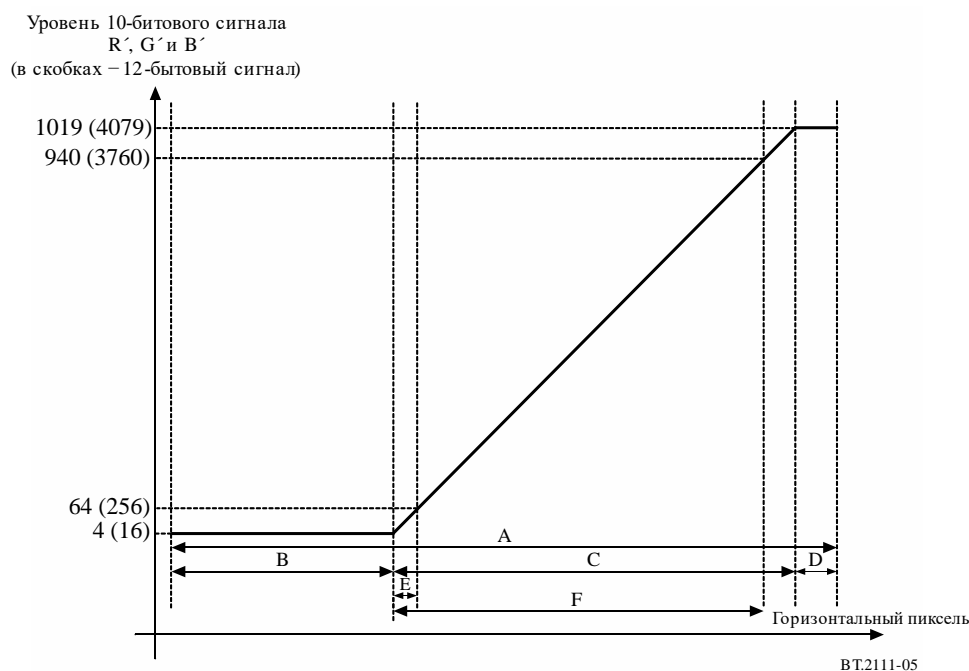


ТАБЛИЦА 5

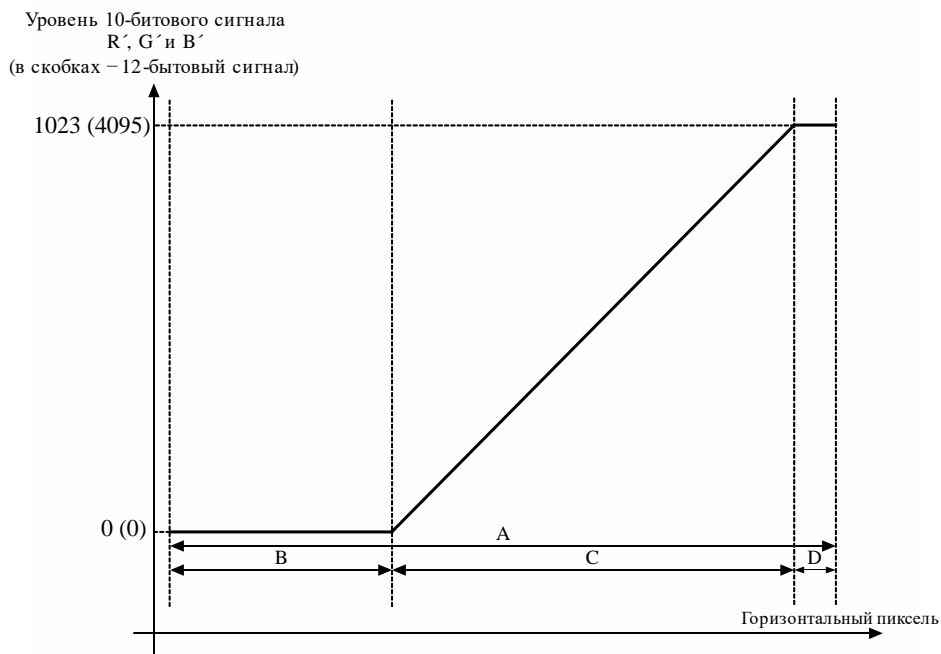
## Ширина "пилы" для узкого диапазона HLG/PQ: форматы 2К, 4К и 8К

Ширина (пиксели)	2К		4К		8К	
	10 битов	12 битов	10 битов	12 битов	10 битов	12 битов
A	1 680	1 680	3 360	3 360	6 720	6 720
B	559	559	1 118	1 117	2 236	2 233
C <sup>(1)</sup>	1 014	1 015	2 028	2 031	4 056	4 062
D	107	106	214	212	428	425
E <sup>(2)</sup>	59	59	118	119	236	239
F <sup>(3)</sup>	935	935	1 870	1 871	3 740	3 743

- (1) С соответствует диапазону уровня сигнала от 5 до 1018 при 10-битовом сигнале и от 17 до 4078 при 12-битовом сигнале в формате 8К, от 18 до 4078 при 12-битовом сигнале в формате 4К и от 20 до 4076 при 12-битовом сигнале в формате 2К.
- (2) E соответствует диапазону уровня сигнала от 5 до 63 при 10-битовом сигнале и от 17 до 255 при 12-битовом сигнале в формате 8К, от 18 до 254 при 12-битовом сигнале в формате 4К и от 20 до 252 при 12-битовом сигнале в формате 2К.
- (3) F соответствует диапазону уровня сигнала от 5 до 939 при 10-битовом сигнале и от 17 до 3759 при 12-битовом сигнале в формате 8К, от 18 до 3758 при 12-битовом сигнале в формате 4К и от 20 до 3756 при 12-битовом сигнале в формате 2К.

РИСУНОК 6

## Уровни сигналов "пилы" для полного диапазона PQ



ВТ.2111-06

ТАБЛИЦА 6

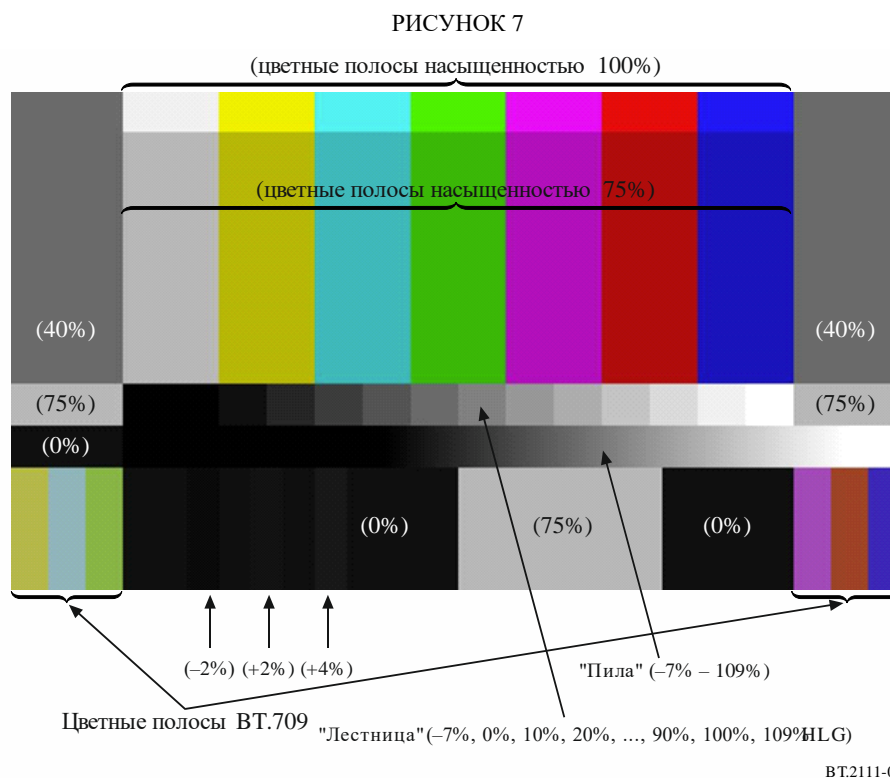
## Ширина "пилы" для полного диапазона PQ: форматы 2К, 4К и 8К

Ширина (пиксели)	2К		4К		8К	
	10 битов	12 битов	10 битов	12 битов	10 битов	12 битов
A	1 680	1 680	3 360	3 360	6 720	6 720
B	551	551	1 102	1 101	2 204	2 201
C <sup>(1)</sup>	1 022	1 023	2 044	2 047	4 088	4 094
D	107	106	214	212	428	425

<sup>(1)</sup> С соответствует диапазону уровня сигнала от 1 до 1022 при 10-битовом сигнале и от 1 до 4094 при 12-битовом сигнале в формате 8К, от 2 до 4094 при 12-битовом сигнале в формате 4К и от 4 до 4092 при 12-битовом сигнале в формате 2К.

**Прилагаемый документ 1  
к Приложению 1  
(информационный)**

**Участки испытательной таблицы HLG**



Цветные полосы: основными цветными полосами являются полосы 75% HLG, а сверху помещаются цветные полосы 100% HLG.

Цветные полосы ВТ.709: эти полосы создаются путем использования HLG OETF и линейной матрицы. Цветные полосы ВТ.709 находятся в левой и правой нижних частях во избежание пересечения с основными цветными полосами на мониторе формы сигнала.

"Пила": уровни от  $-7\%$  HLG до  $109\%$  HLG. На левом краю зеленой полосы уровень видеосигнала составляет  $0\%$ .

"Лестница": уровни от  $-7\%$  HLG до  $109\%$  HLG. Левый край шага  $0\%$  находится на левом краю желтой полосы. Интервал между  $0\%$  HLG и  $100\%$  HLG составляет  $10\%$ . Ширина каждого шага соответствует половине цветной полосы. Сигнал шага и сигнал "пилы" помещаются так, чтобы они не пересекались на мониторе формы сигнала.

Сигнал черного: состоит из уровней видеосигнала  $0\%$ ,  $-2\%$ ,  $0\%$ ,  $+2\%$ ,  $0\%$ ,  $+4\%$  и  $0\%$  и помещается внизу слева от ярких областей для лучшей наблюдаемости.

Полосы серого цвета (справа и слева): эти области могут необязательно использоваться для включения других таблиц, предназначенных для конкретных потребностей.

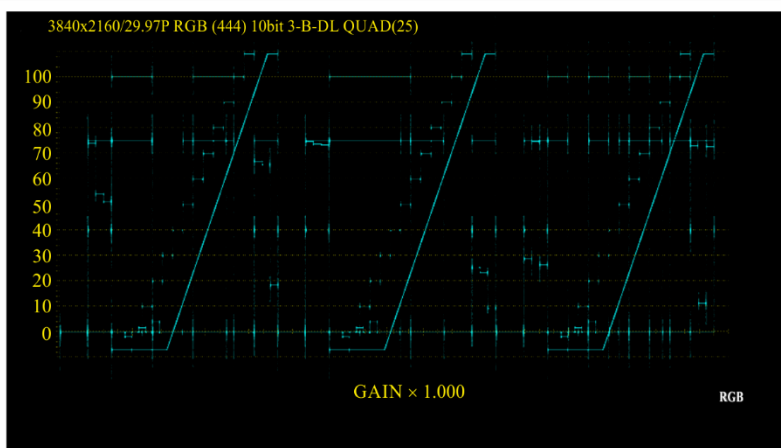
## Прилагаемый документ 2 к Приложению 1 (информационный)

### Сигнал HLG на мониторе видеосигнала

На рисунке 8 показан сигнал HLG испытательной таблицы на мониторе видеосигнала.

РИСУНОК 8

Сигнал на мониторе видеосигнала (красный, зеленый и синий, соответственно)



ВТ.2111-08

## Прилагаемый документ 3 к Приложению 1 (информационный)

### Информация о преобразовании цветных полос HLG/ВТ.2020 в SDR/ВТ.709

На рисунке 9 показаны цветные полосы HLG/ВТ.2020, включая цветные полосы, эквивалентные полосам ВТ.709, и снимки их формы сигнала и вектороскопа для колориметрии ВТ.2020.

На рисунке 11 показаны цветные полосы, преобразованные из полос HLG/ВТ.2020 в полосы SDR/ВТ.709 с использованием метода преобразования на основе сцены, представленного на рисунке 10, который является обратным преобразованием "отображение SDR в HDR (на основе сцены)". Следует отметить, что в этом методе не выполняется тональное отображение. При преобразовании в SDR сигналы HDR жестко ограничиваются. Цветные полосы, эквивалентные ВТ.709, после преобразования на основе сцены попадают на мишени вектороскопа.

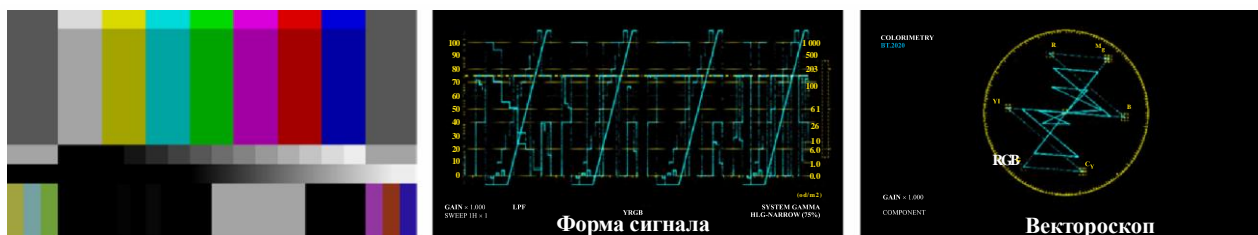
На рисунке 13 показаны цветные полосы, преобразованные из полос HLG/ВТ.2020 в полосы SDR/ВТ.709 с использованием метода преобразования на основе экрана, представленного на рисунке 12, который является обратным преобразованием "отображение SDR в HDR без настройки гаммы (на основе экрана)". Следует отметить, что в этом методе не выполняется тональное отображение. При преобразовании в SDR сигналы HDR жестко ограничиваются. Цветные полосы, эквивалентные ВТ.709, попадают на несколько иные позиции мишеней вектороскопа.



В таблице 7 приведены уровни сигналов для входных цветных полос 75% HLG и полос, эквивалентных ВТ.709, и для преобразованных цветных полос SDR/ВТ.709. Цветные полосы, эквивалентные ВТ.709, преобразованы в те же уровни сигналов, что и исходные цветные полосы SDR/ВТ.709, путем преобразования на основе сцены. Некоторые уровни сигналов цветных полос SDR, полученных в результате преобразования на основе сцены, несколько отличаются от уровней исходных полос SDR/ВТ.709, например уровни сигнала зеленой полосы имеют значения не (64, 940, 64), но (71, 939, 66) из-за ошибок округления.

РИСУНОК 9

Цветные полосы HLG/ВТ.2020 и снимки их формы сигнала и вектороскопа для колориметрии ВТ.2020



BT.2111-09

РИСУНОК 10

Метод преобразования на основе сцены из HLG/ВТ.2020 в SDR/ВТ.709

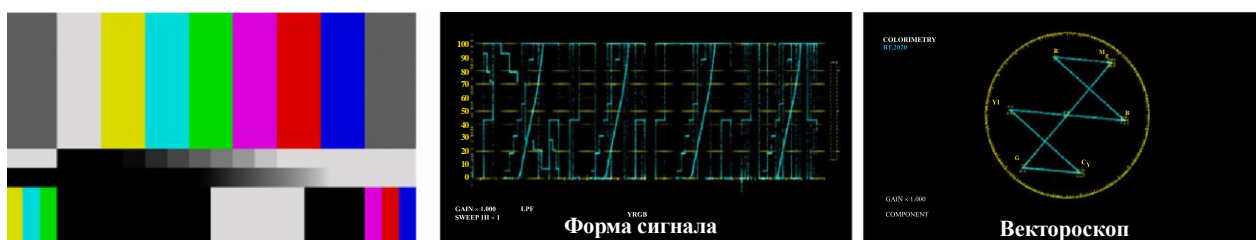


BT.2111-10

ПРИМЕЧАНИЕ. – Усиление установлено так, что 75% HLG соответствует 100% SDR. Матрица преобразования цветов такая же, как описанная в § 2 Отчета [МСЭ-R ВТ.2407](#) "Простое преобразование из ВТ.2020 в ВТ.709 на основе линейного матричного преобразования". Следует отметить, что при применении других методов могут быть получены иные уровни сигналов для входных сигналов за пределами цветового объема ВТ.709.

РИСУНОК 11

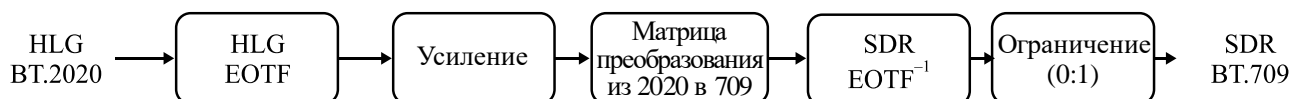
Цветные полосы, преобразованные в SDR/ВТ.709 с использованием метода преобразования на основе сцены, и снимки их формы сигнала и вектороскопа для колориметрии ВТ.709



BT.2111-11

РИСУНОК 12

Метод преобразования на основе экрана из HLG/ВТ.2020 в SDR/ВТ.709



BT.2111-12

ПРИМЕЧАНИЕ. – Усиление установлено так, что 75%HLG соответствует 100%SDR. Матрица преобразования цветов такая же, как на рисунке 10.

РИСУНОК 13

Цветные полосы, преобразованные в SDR/ВТ.709 с использованием метода преобразования на основе экрана, и снимки их формы сигнала и вектороскопа для колориметрии ВТ.709



BT.2111-13

ТАБЛИЦА 7

Уровни сигналов при 10-битовом формате для входных цветных полос 75%HLG и полос, эквивалентных ВТ.709, и для выходных цветных полос SDR/ВТ.709, преобразованных с применением методов, которые представлены на рисунках 10 и 12

Область изображения	Уровень входного сигнала (HLG/ВТ.2020, 10 битов)			Уровень выходного сигнала (SDR/ВТ.709, 10 битов) (тональное отображение не применяется, простое преобразование цветов)					
				Преобразование на основе сцены			Преобразование на основе экрана		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
75% белого	721	721	721	940	940	940	940	940	940
75% желтого	721	721	64	940	940	64	940	939	64
75% голубого	64	721	721	64	940	940	64	940	924
75% зеленого	64	721	64	64	940	64	64	940	64
75% пурпурного	721	64	721	940	64	940	940	64	894
75% красного	721	64	64	940	64	64	940	64	64
75% синего	64	64	721	64	64	940	64	64	789
75% желтого ВТ.709	713	719	316	939	940	64	933	934	64
75% голубого ВТ.709	538	709	718	64	940	939	64	924	922
75% зеленого ВТ.709	512	706	296	71	939	66	124	915	99
75% пурпурного ВТ.709	651	286	705	940	65	940	854	89	853
75% красного ВТ.709	639	269	164	940	64	64	835	64	64
75% синего ВТ.709	227	147	702	66	64	940	93	64	768