|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R BT.2111-1**  **(06/2019)** |
| **Спецификация испытательной таблицы цветных полос для телевизионных систем большого динамического диапазона** |
| **Серия BT**  **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-Т/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-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой 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 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, 2020 г.

© ITU 2020

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 BT.2111-1

Спецификация испытательной таблицы цветных полос   
для телевизионных систем большого динамического диапазона

(2017-2019)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации подробно описаны эталонные испытательные таблицы для телевизионных систем большого динамического диапазона, определенных в Рекомендации МСЭ-R BT.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 BT.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 BT.471 Номенклатура и описание сигналов цветовых полос.

Рекомендация МСЭ-R BT.709 Значения параметров стандартов ТВЧ для производства программ и международного обмена программами.

Рекомендация МСЭ-R BT.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[[1]](#footnote-1)

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.

РИСУНОК 1

Подробное представление испытательной таблицы для узкого диапазона HLG



РИСУНОК 2

Подробное представление испытательной таблицы для узкого диапазона PQ



РИСУНОК 3

Подробное представление испытательной таблицы полного диапазона PQ



ТАБЛИЦА 1

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Размер полосы (пиксели) | 2K | 4K | 8K |
| 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



ТАБЛИЦА 2

Уровень сигнала для узкого диапазона HLG

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10 битов | | | 12 битов | | |
| Область изображения | 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*)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10 битов | | | 12 битов | | |
| Область изображения | 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 BT.709 | 713 | 719 | 316 | 2 852 | 2 876 | 1 264 |
| 75% голубого BT.709 | 538 | 709 | 718 | 2 152 | 2 836 | 2 872 |
| 75% зеленого BT.709 | 512 | 706 | 296 | 2 048 | 2 824 | 1 184 |
| 75% пурпурного BT.709 | 651 | 286 | 705 | 2 604 | 1 144 | 2 820 |
| 75% красного BT.709 | 639 | 269 | 164 | 2 556 | 1 076 | 656 |
| 75% синего BT.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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10 битов | | | 12 битов | | |
| Область изображения | 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*)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10 битов | | | 12 битов | | |
| Область изображения | 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 BT.709 | 568 | 571 | 381 | 2 272 | 2 284 | 1 524 |
| 58% голубого BT.709 | 484 | 566 | 571 | 1 936 | 2 264 | 2 284 |
| 58% зеленого BT.709 | 474 | 564 | 368 | 1 896 | 2 256 | 1 472 |
| 58% пурпурного BT.709 | 536 | 361 | 564 | 2 144 | 1 444 | 2 256 |
| 58% красного BT.709 | 530 | 350 | 256 | 2 120 | 1 400 | 1 024 |
| 58% синего BT.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 PQ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10 битов | | | 12 битов | | |
| Область изображения | 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 BT.709 | 589 | 592 | 370 | 2 356 | 2 370 | 1 480 |
| 58% голубого BT.709 | 491 | 586 | 592 | 1 964 | 2 345 | 2 368 |
| 58% зеленого BT.709 | 478 | 584 | 355 | 1 915 | 2 339 | 1 420 |
| 58% пурпурного BT.709 | 551 | 347 | 584 | 2 206 | 1 389 | 2 336 |
| 58% красного BT.709 | 544 | 334 | 225 | 2 178 | 1 337 | 900 |
| 58% синего BT.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 2K, 4K и 8K

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ширина (пиксели) | 2K | | 4K | | 8K | |
| 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(1) | 1 014 | 1 015 | 2 028 | 2 031 | 4 056 | 4 062 |
| D | 107 | 106 | 214 | 212 | 428 | 425 |
| E(2) | 59 | 59 | 118 | 119 | 236 | 239 |
| F(3) | 935 | 935 | 1 870 | 1 871 | 3 740 | 3 743 |
| (1) C соответствует диапазону уровня сигнала от 5 до 1018 при 10-битовом сигнале и от 17 до 4078 при 12‑битовом сигнале в формате 8K, от 18 до 4078 при 12-битовом сигнале в формате 4K и от 20 до 4076 при 12-битовом сигнале в формате 2K.  (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 8K, от 18 до 254 при 12-битовом сигнале в формате 4K и от 20 до 252 при 12-битовом сигнале в формате 2K.  (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 8K, от 18 до 3758 при 12-битовом сигнале в формате 4K и от 20 до 3756 при 12-битовом сигнале в формате 2K. | | | | | | |

РИСУНОК 6

Уровни сигналов "пилы" для полного диапазона PQ



ТАБЛИЦА 6

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ширина (пиксели) | 2K | | 4K | | 8K | |
| 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(1) | 1 022 | 1 023 | 2 044 | 2 047 | 4 088 | 4 094 |
| D | 107 | 106 | 214 | 212 | 428 | 425 |
| (1) C соответствует диапазону уровня сигнала от 1 до 1022 при 10-битовом сигнале и от 1 до 4094 при 12‑битовом сигнале в формате 8K, от 2 до 4094 при 12-битовом сигнале в формате 4K и от 4 до 4092 при 12-битовом сигнале в формате 2K. | | | | | | |

Прилагаемый документ 1  
к Приложению 1  
(информационный)   
  
Участки испытательной таблицы HLG

РИСУНОК 7



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

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

"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 видеосигнала.

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

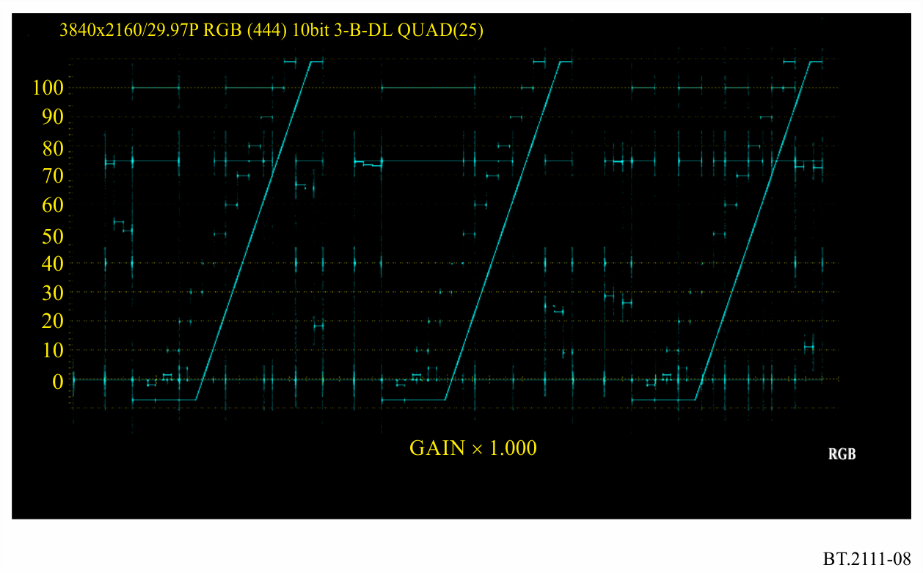
Полосы серого цвета (справа и слева): эти области могут необязательно использоваться для включения других таблиц, предназначенных для конкретных потребностей.

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)



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. 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 необязательно использоваться для этой и/или других целей. [↑](#footnote-ref-1)