|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R BT.814-3**  **(12/2017)** |
| **Спецификации испытательных сигналов PLUGE и процедуры настройки для установления параметров яркости и контрастности дисплеев** |
| **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 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-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** | 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, 2018 г.

© ITU 2018

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.814-3

Спецификации испытательных сигналов PLUGE и процедуры настройки для установления параметров яркости и контрастности дисплеев

(1992-1994-2007-2017)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определяются испытательные сигналы и процедуры настройки для регулировки параметров дисплеев, используемых для производства и контроля программ. Эти сигналы могут использоваться для установки значений воспроизводимых изображений для телевидения стандартной, высокой и сверхвысокой четкости, включая телевизионные системы большого динамического диапазона с применением перцептивного квантования (PQ) и гибридной гамма-логарифмической коррекции (HLG).

Ключевые слова

PLUGE, регулировка дисплея, HDR, HDR-TV, яркость, контрастность

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

*a)* что во множестве приложений, включая субъективные лабораторные испытания и контроль в аппаратных комнатах эксплуатируемых систем, используются мониторы точной передачи изображения;

*b)* что различия в регулировках и настройках дисплеев могут привести к различиям в воспроизводимых изображениях;

*с)* что разрабатываются и уже в течение многих лет используются специальные сигналы, помогающие выполнять регулировку и настройку мониторов,

рекомендует

**1** использовать испытательный сигнал PLUGE (см. Примечание 1), описанный в Приложении 1, для установления параметров дисплеев, применяемых для субъективной оценки и для эксплуатационного контроля систем, описанных в Рекомендациях МСЭ-R BT.1700[[1]](#footnote-1) и МСЭ‑R BT.601[[2]](#footnote-2);

**2** использовать испытательный сигнал PLUGE, описанный в Приложении 2, для установления параметров дисплеев, применяемых для субъективной оценки и для эксплуатационного контроля систем, описанных в Рекомендациях МСЭ-R BT.709[[3]](#footnote-3), МСЭ-R BT.2020[[4]](#footnote-4) и МСЭ-R BT.2100[[5]](#footnote-5);

**3** применять порядок использования испытательного сигнала PLUGE, описанный в Приложении 3,

далее рекомендует

продолжить изучение методов регулировки уровня черного дисплеев HDR и отразить усовершенствованные методы в новых редакциях информационных Приложений 4 и 5 к настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. ‒ Акроним PLUGE получен из названия "Picture Line Up Generating Equipment" (оборудование для создания изображения).

Приложение 1 (нормативное)  
  
Спецификации сигнала PLUGE для телевидения   
стандартной четкости (SDTV)

Сигнал PLUGE (см. рисунок 1) составлен из:

a) трех расположенных близко друг к другу узких вертикальных полосок с левой стороны изображения. Центральная вертикальная полоса имеет уровень черного. Полоса слева от нее несколько темнее, а полоса справа немного светлее, чем центральная;

b) широкой полосы, расположенной с правой стороны изображения. Она разделена на четыре участка – один, соответствующий уровню белого, а три оставшиеся закрашены серым с увеличивающейся интенсивностью. Серый цвет на этой шкале изменяется с почти равномерными шагами (субъективно воспринимаемыми) в диапазоне контрастности 30 : 1. Область с пиковым белым имеет достаточно большой размер для того, чтобы выставить уровень белого в измерительном приборе;

c) равномерного фона, окружающего вышеописанные вертикальные полоски и широкую полосу. В зависимости от применения для этого фона определено два различных уровня яркости:

– для эксплуатационных контрольных мониторов уровень фона устанавливается равным уровню черного в сигнале;

– для субъективной оценки уровень фона устанавливается равным уровню серого, приведенному в таблице 1. Этот фоновый уровень оптимизируется так, чтобы получить субъективное качество изображения дисплея, аналогичное используемому в последовательностях, применяемых при субъективной оценке.

Рисунок 1

Активное поле и форма сигнала PLUGE



Для учета характеристик зрения человека яркость, определенная в спецификации для вертикальных полосок, описанная в пункте с), несколько различна при использовании данного сигнала в двух различных условиях применения (см. таблицу 1).

Для гарантии того, чтобы в аналоговых составных системах цветовой декодер дисплея работал в правильном режиме цветности, рекомендуется включать в аналоговый сигнал стандартный импульс цветовой синхронизации.

Число отсчетов по горизонтали меньше 720 ‒ значения, установленного Рекомендацией МСЭ‑R BT.601. Сигнал PLUGE должен быть центрирован в пределах активной строки цифровых и аналоговых систем ±2 отсчета.

ТАБЛИЦА 1

Уровни сигнала

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Эксплуатационный контроль | | | Контроль при субъективной оценке | | |
|  | %  Уровень, мВ  (цифровой) | | | %  Уровень, мВ  (цифровой) | | |
|  | 625 строк | 525 строк | | 625 строк | 525 строк | |
| A – уровень черного | 0% 0 мВ (16)64 | 0% 0 мВ (16)64 | 7,5% 54 мВ (16)64 | 0% 0 мВ (16)64 | 0% 0 мВ (16)64 | 7,5% 54 мВ (16)64 |
| B – уровень белого | 100% 700 мВ (235)940 | 100% 714 мВ (235)940 | 100% 714 мВ (235)940 | 100% 700 мВ (235)940 | 100% 714 мВ (235)940 | 100% 714 мВ (235)940 |
| С – уровень серого 3 | 63,0% 441 мВ (154)616 | 63,0% 450 мВ (154)616 | 65,8% 470 мВ (154)616 | 63,0% 441 мВ (154)616 | 63,0% 450 мВ (154)616 | 65,8% 470 мВ (154)616 |
| D – уровень серого 2 | 35,2% 246 мВ (93)372 | 35,2% 251 мВ (93)372 | 40,0% 286 мВ (93)372 | 35,2% 246 мВ (93)372 | 35,2% 251 мВ (93)372 | 40,0% 286 мВ (93)372 |
| E – уровень серого 1 | 15,1% 105 мВ (49)196 | 15,1% 108 мВ (49)196 | 21,4% 153 мВ (49)196 | 15,1% 105 мВ (49)196 | 15,1% 108 мВ (49)196 | 21,4% 153 мВ (49)196 |
| F – уровень фона | 0% 0 мВ (16)64 | 0% 0 мВ (16)64 | 7,5% 54 мВ (16)64 | 70,3% 492 мВ (170)680 | 70,3% 502 мВ (170)680 | 72,5% 518 мВ (170)680 |
| G – уровень черной полоски | –1,8% –13 мВ (12)48 | –1,8% –13 мВ (12)48 | 5,8% 42 мВ (12)48 | –2,7% –19 мВ (10)40 | –2,7% –20 мВ (10)40 | 5,0% 35 мВ (10)40 |
| G' – средний уровень между  уровнем черной полоски  и уровнем фона | н/п | н/п | н/п | 33,8% 237 мВ (90)360 | 33,8% 237 мВ (90)360 | 38,8% 277 мВ (90)360 |
| H уровень серой полоски | 1,8% 13 мВ (20)80 | 1,8% 13 мВ (20)80 | 9,2% 66 мВ (20)80 | 2,7% 19 мВ (22)88 | 2,7% 20 мВ (22)88 | 10,0% 72 мВ (22)88 |
| H' – средний уровень между  уровнем серой полоски  и уровнем фона | н/п | н/п | н/п | 36,5% 256 мВ (96)384 | 36,5% 256 мВ (96)384 | 41,3% 295 мВ (96)384 |
| ПРИМЕЧАНИЕ 1. ‒ 10-битовые цифровые уровни определены как первичные значения, остальные параметры вычисляются. 8-битовые цифровые уровни указаны в скобках.  ПРИМЕЧАНИЕ 2. ‒ Цифровые уровни выражаются в соответствии с описанием, приведенным в Рекомендации МСЭ‑R BT.601.  ПРИМЕЧАНИЕ 3. ‒ В сигнал, предназначенный для субъективных оценок, между узкими полосками и фоном вводятся полоски со средним уровнем, позволяющие избежать "звона" из-за резких переходов уровня в сигнале.  ПРИМЕЧАНИЕ 4. ‒ Н/п – средний уровень не используется, уровень в этих областях соответствует уровню фона. | | | | | | |

Приложение 2 (нормативное)  
  
Сигнал PLUGE для систем ТВЧ, ТСВЧ и HDR-TV[[6]](#footnote-6)

Сигнал PLUGE для дисплеев ТВЧ, ТСВЧ и HDR показан на рисунках 2 и 3. Соответствующие номера отсчетов (по горизонтали) для форматов изображения SDR и HDR ТВЧ приведены в таблице 4, а номера строк ‒ в таблице 5. Соответствующие номера отсчетов (по вертикали) для форматов изображения SDR и HDR ТСВЧ приведены в таблице 6. Кодовые значения уровней сигнала для формата SDR приведены в таблице 2, а для формата HDR ‒ в таблице 3.

Центральная область с более высоким уровнем используется для установки уровня яркости дисплея при помощи регулировки усиления пользователем.

В случае HDR кодовое значение центральной области с более высоким уровнем идентично для форматов PQ и HLG. Оно отличается от кодового значения уровня яркости пикового белого в сигналах PLUGE формата SDR.

Для установки требуемой яркости уровня черного на дисплее при помощи повышения пользователем уровня черного могут использоваться сигналы двух типов.

Сигнал, расположенный с левой стороны картинки, состоит из узких горизонтальных полосок (шириной в 10 строк развертки). Эти полоски имеют уровни яркости от значения примерно на 2% превышающего уровень черного в сигнале до значения примерно на 2% ниже уровня черного в сигнале. Сигнал, расположенный с правой стороны картинки, состоит из двух широких полос (шириной в 138 строк развертки) – одна полоса имеет уровень примерно на 2% выше уровня черного в сигнале, вторая – примерно на 2% ниже уровня черного в сигнале. Этот сигнал пригоден для установки воспроизводимых значений.

ТАБЛИЦА 2

Кодовые значения для ТВЧ и ТСВЧ (формат SDR)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Значения параметров, рисунки 2 и 3 (для формата SDR) | 8-битовое  цифровое значение | 10-битовое цифровое значение | 12-битовое цифровое значение |
| Более высокий уровень | 235 | 940 | 3 760 |
| Уровень черного | 16 | 64 | 256 |
| Уровень чуть светлее | 20 | 80 | 320 |
| Уровень чуть темнее | 12 | 48 | 192 |

ТАБЛИЦА 3

Узкодиапазонные кодовые значения для формата HDR

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значения параметров, рисунки 2 и 3 (для формата HDR) | 10-битовое  цифровое значение | 12-битовое  цифровое значение |
| Более высокий уровень 1, 2 | 399 | 1 596 |
| Уровень черного | 64 | 256 |
| Уровень чуть светлее | 80 | 320 |
| Уровень чуть темнее | 48 | 192 |
| ПРИМЕЧАНИЕ 1. ‒ Этот уровень, соответствующий 38,2% PQ и HLG, дает одинаковую яркость PQ- и HLG-сигналов (приблизительно 27 кд/м2) при отображении на PQ-дисплее или на HLG-дисплее с пиковой яркостью 1000 кд/м2 (дисплее яркостью 1000 кд/м2).  ПРИМЕЧАНИЕ 2. ‒ Значение яркости LH более высокого уровня для HLG-дисплея с пиковой яркостью *Lw* определяется с использованием функции EOTF для HLG из таблицы 5 Рекомендации МСЭ-R BT.2100 и значения гаммы системы, полученного в соответствии с Примечанием 5e Рекомендации МСЭ-R BT.2100. Значение LH может быть рассчитано по следующей формуле:  . | | |

РИСУНОК 2

Сигнал PLUGE для настройки уровня черного



ТАБЛИЦА 4

Номера отсчетов (по горизонтали) для соответствующих форматов изображения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер отсчета  (по горизонтали) | ТВЧ | ТСВЧ 4K | ТСВЧ 8K |
| Sa | 0 | 0 | 0 |
| Sb | 312 | 624 | 1 248 |
| Sc | 599 | 1 199 | 2 399 |
| Sd | 888 | 1 776 | 3 552 |
| Se | 1 031 | 2 063 | 4 127 |
| Sf | 1 320 | 2 640 | 5 280 |
| Sg | 1 607 | 3 215 | 6 431 |
| Sh | 1 919 | 3 839 | 7 679 |

ТАБЛИЦА 5

Номера строк для форматов изображения ТВЧ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер строки согласно  Рек. МСЭ-R BT.709 | ТВЧ (чересстрочная развертка) | ТВЧ (прогрессивная развертка) |
| La | 21, 584 | 42 |
| Lb | 183, 746 | 366 |
| Lc | 194, 756 | 387 |
| Ld | 254, 817 | 509 |
| Le | 255, 818 | 510 |
| Lf | 326, 889 | 653 |
| Lg | 327, 890 | 654 |
| Lh | 388, 950 | 776 |
| Li | 398, 961 | 797 |
| Lj | 560, 1 123 | 1 121 |

ТАБЛИЦА 6

Номера отсчетов (по вертикали) для форматов изображения ТСВЧ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер отсчета (по вертикали)  согласно Рек. МСЭ-R BT.2020 | ТСВЧ 4K | ТСВЧ 8K |
| La | 0 | 0 |
| Lb | 648 | 1 296 |
| Lc | 690 | 1 380 |
| Ld | 935 | 1 871 |
| Le | 936 | 1 872 |
| Lf | 1 223 | 2 447 |
| Lg | 1 224 | 2 448 |
| Lh | 1 469 | 2 939 |
| Li | 1 511 | 3 023 |
| Lj | 2 159 | 4 319 |

РИСУНОК 3

Форма аналогового сигнала для настройки уровня черного



Приложение 3 (нормативное)  
  
Порядок использования испытательных сигналов PLUGE

# 1 Телевидение стандартного динамического диапазона (SDR)

Описанные далее настройки в значительной степени зависят от условий просмотра, и желательно, чтобы по дистанции просмотра и освещенности комнаты эти условия соответствовали условиям просмотра, описанным в Рекомендациях МСЭ-R  BT.2022 и МСЭ‑R BT.2035:

– на основе показаний фотометра осуществляется пользовательская регулировка усиления (прежнее название – регулировка контраста), чтобы получить требуемую яркость дисплея в центре белой области (уровень видеосигнала 100%);

– осуществляется пользовательская регулировка (повышение) уровня черного (прежнее название – регулировка яркости), так чтобы самая темная полоса совсем исчезла, в то время как более яркая полоса оставалась видимой.

# 2 Телевидение большого динамического диапазона (HDR)

Описанные далее настройки должны выполняться в указанном порядке и в значительной степени зависят от условий просмотра. Желательно обеспечить соответствие параметрам эталонной среды просмотра, описанным в Рекомендации МСЭ-R BT.2100:

1) если используется только HLG, регулировку гаммы системы дисплея производят в соответствии с целевым значением номинальной пиковой яркости дисплея, подходящим для данных условий просмотра, как описано в Примечании 5e Рекомендации МСЭ-R BT.2100;

2) если одновременно используются PQ и HLG, осуществляется пользовательская регулировка усиления на основе показаний фотометра, так чтобы номинальное значение яркости в центре области более высокого уровня соответствовало кодовому значению, приведенному в таблице 3;

3) если используется только HLG, возможна дальнейшая корректировка гаммы системы с целью скомпенсировать отличие условий просмотра от эталонных (см. Примечание 5f Рекомендации МСЭ-R BT.2100 и Приложение 5);

4) если одновременно используются PQ и HLG, пользовательская регулировка (повышение) уровня черного осуществляется так, чтобы самая темная полоса совсем исчезла, в то время как более яркая полоса оставалась видимой. Если условия просмотра отличаются от эталонных, допускается осуществлять регулировку уровня черного для PQ-дисплея, как описано в Приложении 4, применительно к функции EOTF для PQ, определение которой дано в Рекомендации МСЭ-R BT.2100.

Приложение 4 (информационное)  
  
Регулировка уровня черного для PQ-дисплеев

Для настройки PQ-дисплеев по сигналу PLUGE сигнал , который применяется в функции EOTF для PQ[[7]](#footnote-7), заменяют сигналом max(0, *aE'* + *b*):

,

где:

*E'* : нелинейное значение цвета в пространстве PQ {*R'*, *G'*, *B'*};

*FD* : яркость отображаемого линейного компонента {*RD*, *GD*, *BD*} в кд/м2;

 : переменная, обозначающая повышение пользователем уровня черного;

 – коэффициент усиления для поддержания пиковой яркости дисплея *Lw*   
при изменении *b*;

*Lw* : параметр пиковой яркости дисплея, устанавливаемый при пользовательской регулировке усиления.

Приложение 5 (информационное)  
  
Настройка гаммы HLG-дисплея в условиях просмотра,   
отличных от эталонных

В Примечании 5f Рекомендации МСЭ-R BT.2100 отмечается, что в условиях просмотра, характеризующихся повышенным уровнем освещенности, для HLG-дисплея может потребоваться уменьшение значения гаммы для компенсации отличий в состоянии адаптации глаз. Поправку к значению гаммы дисплея для условий просмотра, отличных от эталонных, можно вычислить по следующей формуле:



где:

γbright = значение гаммы системы при яркости окружающего освещения, превышающей 5 кд/м2;

γref  = значение гаммы системы в эталонных условиях просмотра, вычисленное в соответствии с Примечанием 5e Рекомендации МСЭ-R BT.2100-1;

*L*amb = яркость окружающего освещения, кд/м2.

Такая корректировка гамма дисплея для компенсации условий просмотра, отличных от эталонных, позволяет обеспечить лучшее согласование результатов в широком диапазоне условий производства программ.

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

1. Рекомендация МСЭ-R BT.1700 ‒ *Характеристики составных сигналов видео для стандартных аналоговых систем телевидения*. [↑](#footnote-ref-1)
2. Рекомендация МСЭ-R BT.601 ‒ *Студийные параметры кодирования цифрового телевидения для стандартного 4 : 3 и широкоэкранного 16 : 9 форматов*. [↑](#footnote-ref-2)
3. Рекомендация МСЭ-R BT.709 ‒ *Значения параметров стандартов ТВЧ для производства программ и международного обмена программами*. [↑](#footnote-ref-3)
4. Рекомендация МСЭ-R BT.2020 ‒ *Значения параметров для систем телевидения сверхвысокой четкости для производства программ и международного обмена ими*. [↑](#footnote-ref-4)
5. Рекомендация МСЭ-R BT.2100 ‒ *Значения параметров изображений для систем телевидения большого динамического диапазона для использования в производстве программ и международном обмене ими*. [↑](#footnote-ref-5)
6. Номера отсчетов и строк даны в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R BT.709 для ТВЧ и Рекомендацией МСЭ-R BT.2020 для ТСВЧ. [↑](#footnote-ref-6)
7. Определение эталонной функции EOTF для PQ дано в Рекомендации МСЭ-R BS.2100. [↑](#footnote-ref-7)