

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВТ.601-6

**Студийные параметры кодирования цифрового телевидения  
для стандартного 4:3 и широкоэкранный 16:9 форматов**

(Вопрос МСЭ-R 1/6)

(1982-1986-1990-1992-1994-1995-2007)

Настоящая Рекомендация охватывает также характеристики элементов изображения, которые представляют цифровое телевизионное изображение с разрешением 525 или 625 строк и чересстрочной разверткой.

В настоящей Рекомендации определяются методы цифрового кодирования видеосигналов. Рекомендация включает частоту дискретизации 13,5 МГц для обоих форматов изображения – 4:3 и 16:9 – с показателями качества, отвечающими требованиям современных систем передачи.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что имеются явные преимущества для радиовещателей и производителей телевизионных программ в наличии цифровых студийных стандартов с большим числом значений важных параметров, общих для систем с 525 и 625 строками;
- b) что совместимость на глобальном уровне цифровых подходов даст возможность разрабатывать оборудование со многими общими возможностями, обеспечит экономичность эксплуатации и будет способствовать осуществлению международного обмена программами;
- c) что желательно иметь расширяемое семейство совместимых стандартов цифрового кодирования. Стандарты этого семейства могли бы соответствовать разным уровням качества и разным форматам, упрощать дополнительную обработку, требуемую современными методами производства, и удовлетворять будущие потребности;
- d) что этим целям может соответствовать система, основанная на кодировании компонентов;
- e) что пространственное совмещение отсчетов, представляющих сигнал яркости и цветоразностные сигналы (или красный, синий и зеленый сигналы, если они используются), облегчает обработку цифровых компонентных сигналов, требуемую современными методами производства,

*рекомендует*

использовать следующее ниже описание в качестве основы для стандартов цифрового кодирования, применяемых в телевизионных студиях, как в странах, использующих систему с 525 строками, так и в тех, где используется система с 625 строками.

## **1 Расширяемое семейство совместимых стандартов цифрового кодирования**

**1.1** Цифровое кодирование должно позволять введение и развитие расширяемого семейства совместимых стандартов цифрового кодирования. Взаимодействие любых стандартов этого семейства должно быть простым.

**1.2** Цифровое кодирование должно базироваться на использовании одного сигнала яркости и двух цветоразностных сигналов (или красного, синего и зеленого сигналов, если они используются).

**1.3** Спектральные характеристики сигналов должны контролироваться, с тем чтобы избежать возникновения ложных частотных составляющих из-за ограничения полосы пропускания. Характеристики фильтра приведены в Дополнении 2.

## 2 Спецификация, применимая ко всем членам семейства

**2.1** Структура дискретизации должна быть пространственно постоянной. Это соответствует, например, ортогональной структуре дискретизации, определенной в настоящей Рекомендации.

**2.2** Если отсчеты представляют сигнал яркости и два одновременно существующих цветоразностных сигнала, каждая пара цветоразностных отсчетов должна быть совмещена в пространстве. Если используются отсчеты, представляющие красный, зеленый и синий сигналы, то они должны быть совмещены.

**2.3** Цифровой стандарт, принимаемый для каждого члена семейства, должен позволять повсеместные прием и применение в эксплуатации; одно из условий достижения этой цели состоит в том, чтобы для каждого члена семейства число отсчетов на строку, определенное для 525- и 625-строчных систем, было бы совместимым (желательно одинаковое число отсчетов на строку).

**2.4** В описании данной спецификации содержание цифровых слов, выраженное в десятичной и в шестнадцатеричной формах, обозначено суффиксами "d" и "h", соответственно.

Во избежание путаницы между 8-битовым и 10-битовым представлениями, восемь старших битов записываются как целая часть числа, а два дополнительных бита, если они есть, записываются как его дробная часть.

Например, двоичное число 10010001 может быть записано как  $145_d$  или  $91_h$ , а число 1001000101 может быть записано как  $145,25_d$  или  $91,4_h$ .

В случае отсутствия дробной части, принимается, что ее бинарное значение равно 00.

### 2.5 Определение цифровых сигналов $Y$ , $C_R$ , $C_B$ , из сигналов основных цветов (аналоговых) $E'_R$ , $E'_G$ и $E'_B$

В этом пункте, с целью определения сигналов  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$ , описываются правила их получения из прошедших предварительную гамма-коррекцию аналоговых сигналов основных цветов  $E'_R$ ,  $E'_G$  и  $E'_B$ . Сигналы формируются в три стадии, которые описаны ниже в пп. 2.5.1, 2.5.2 и 2.5.3. Этот метод приведен в качестве примера, на практике идентичные результаты могут быть достигнуты при использовании других методов получения этих сигналов из сигналов основных цветов или других аналоговых или цифровых сигналов. Пример приведен в п. 2.5.4.

#### 2.5.1 Создание сигнала яркости ( $E'_Y$ ) и цветоразностных сигналов ( $E'_R - E'_Y$ ) и ( $E'_B - E'_Y$ )

Сигнал яркости и цветоразностные сигналы формируются следующим образом:

$$E'_Y = 0,299 E'_R + 0,587 E'_G + 0,114 E'_B,$$

тогда

$$(E'_R - E'_Y) = E'_R - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B = 0,701 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B$$

и

$$(E'_B - E'_Y) = E'_B - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B = -0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B.$$

В таблице 1 приведены значения, получаемые для белого, черного и насыщенных основных и дополнительных цветов, при условии, что значения сигнала приведены к единице (т. е. максимальные уровни 1,0 В).

ТАБЛИЦА 1

## Нормализованные значения сигнала

| Условие   | $E'_R$ | $E'_G$ | $E'_B$ | $E'_Y$ | $E'_R - E'_Y$ | $E'_B - E'_Y$ |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|
| Белый     | 1,0    | 1,0    | 1,0    | 1,0    | 0             | 0             |
| Черный    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0             |
| Красный   | 1,0    | 0      | 0      | 0,299  | 0,701         | -0,299        |
| Зеленый   | 0      | 1,0    | 0      | 0,587  | -0,587        | -0,587        |
| Синий     | 0      | 0      | 1,0    | 0,114  | -0,114        | 0,886         |
| Желтый    | 1,0    | 1,0    | 0      | 0,886  | 0,114         | -0,886        |
| Голубой   | 0      | 1,0    | 1,0    | 0,701  | -0,701        | 0,299         |
| Пурпурный | 1,0    | 0      | 1,0    | 0,413  | 0,587         | 0,587         |

2.5.2 Создание повторно нормализованных цветоразностных сигналов ( $E'_{C_R}$  и  $E'_{C_B}$ )

При том, что значения  $E'_Y$  лежат в пределах от 1,0 до 0, значения  $(E'_R - E'_Y)$  лежат в пределах от +0,701 до -0,701, а значения  $(E'_B - E'_Y)$  – в пределах от +0,886 до -0,886. Для восстановления единичного размаха сигнала цветоразностных сигналов (то есть от +0,5 до -0,5), повторно нормализованные красный и синий цветоразностные сигналы  $E'_{C_R}$  и  $E'_{C_B}$ , соответственно, могут быть вычислены следующим образом:

$$E'_{C_R} = \frac{E'_R - E'_Y}{1,402} = \frac{0,701E'_R - 0,587E'_G - 0,114E'_B}{1,402}$$

и

$$E'_{C_B} = \frac{E'_B - E'_Y}{1,772} = \frac{-0,299E'_R - 0,587E'_G + 0,886E'_B}{1,772}$$

Символы  $E'_{C_R}$  и  $E'_{C_B}$  будут использоваться только для обозначения повторно нормализованных цветоразностных сигналов, т. е. сигналов, имеющих номинальный размах амплитуды, равный размаху сигнала яркости  $E'_Y$ , выбранный, таким образом, эталонным.

## 2.5.3 Квантование

В случае 8-битового или 10-битового бинарного кодирования с равными шагами квантования, определяются  $2^8$  или  $2^{10}$ , т. е. 256 или 1024 равноотстоящих уровней квантования. Следовательно, доступный диапазон бинарных значений составляет от 0000 0000 до 1111 1111 (от 00 до FF в шестнадцатеричном представлении) или от 0000 0000 00 до 1111 1111 11 (от 00,0<sub>h</sub> до FF,C<sub>h</sub> в шестнадцатеричном представлении), эквивалентные десятичные значения – от 0,00<sub>d</sub> до 255,75<sub>d</sub> включительно.

В настоящей Рекомендации уровни 0,00<sub>d</sub> и 255,75<sub>d</sub> зарезервированы для передачи данных синхронизации, уровни от 1,00<sub>d</sub> до 254,75<sub>d</sub> используются для видеосигнала.

Учитывая, что для того, чтобы оставаться в рабочих границах, сигнал яркости должен занимать только 220 (8-битовых) или 877 (10-битовых) уровней, и что черный должен быть расположен на уровне  $16,00_d$ , десятичное значение квантованного сигнала яркости  $Y$  составляет:

$$Y = \text{int}\{(219E'_Y + 16) \times D\} / D,$$

где  $D$  принимает либо значение 1, либо значение 4 при 8-битовом и 10-битовом квантовании, соответственно. Оператор  $\text{int}()$  возвращает значение 0 для дробных частей в диапазоне от 0 до 0,4999 ... и +1 для дробных частей в диапазоне от 0,5 до 0,999 ..., т. е. он округляет в большую сторону дробные части, превышающие 0,5.

Подобным же образом, принимая, что цветоразностные сигналы должны занимать 255 (8-битовых) или 897 (10-битовых) уровней и что нулевым уровнем должен быть уровень  $128,00_d$ , десятичные значения квантованных цветоразностных сигналов,  $C_R$  и  $C_B$ , составляют:

$$C_R = \text{int}\{(224E'_{C_R} + 128) \times D\} / D$$

и

$$C_B = \text{int}\{(224E'_{C_B} + 128) \times D\} / D.$$

Цифровые эквиваленты обозначаются как  $Y$ ,  $C_R$  и  $C_B$ .

#### 2.5.4 Создание сигналов $Y$ , $C_R$ , $C_B$ посредством квантования сигналов $E'_R$ , $E'_G$ , $E'_B$

В случае, когда компоненты получены непосредственно из прошедших предварительную гамма-коррекцию сигналов  $E'_R$ ,  $E'_G$ ,  $E'_B$  или созданы сразу в цифровой форме, квантование и кодирование будут следующими:

$$E'_{R_D} \text{ (в цифровой форме)} = \text{int}\{(219E'_R + 16) \times D\} / D$$

$$E'_{G_D} \text{ (в цифровой форме)} = \text{int}\{(219E'_G + 16) \times D\} / D$$

$$E'_{B_D} \text{ (в цифровой форме)} = \text{int}\{(219E'_B + 16) \times D\} / D.$$

Тогда:

$$Y = \text{int}\{(0,299E'_{R_D} + 0,587E'_{G_D} + 0,114E'_{B_D}) \times D\} / D$$

$$\approx \text{int}\left\{\left(\frac{k'_{Y1}}{2^m} E'_{R_D} + \frac{k'_{Y2}}{2^m} E'_{G_D} + \frac{k'_{Y3}}{2^m} E'_{B_D}\right) \times D\right\} / D$$

$$C_R = \text{int}\left[\left\{\left(\frac{0,701E'_{R_D} - 0,587E'_{G_D} - 0,114E'_{B_D}}{1,402}\right) \frac{224}{219} + 128\right\} \times D\right] / D$$

$$\approx \text{int}\left[\left\{\left(\frac{k'_{CR1}}{2^m} E'_{R_D} + \frac{k'_{CR2}}{2^m} E'_{G_D} + \frac{k'_{CR3}}{2^m} E'_{B_D}\right) + 128\right\} \times D\right] / D$$

$$C_B = \text{int} \left[ \left\{ \left( \frac{-0,299E'_{R_D} - 0,587E'_{G_D} + 0,886E'_{B_D}}{1,772} \right) \frac{224}{219} + 128 \right\} \times D \right] / D$$

$$\approx \text{int} \left[ \left\{ \left( \frac{k'_{CB1}}{2^m} E'_{R_D} + \frac{k'_{CB2}}{2^m} E'_{G_D} + \frac{k'_{CB3}}{2^m} E'_{B_D} \right) + 128 \right\} \times D \right] / D,$$

где  $k'$  и  $m$  означают целочисленные коэффициенты и битовую длину целочисленных коэффициентов, соответственно. Целочисленные коэффициенты уравнений для сигналов яркости и цветоразностных сигналов должны определяться согласно Приложению 2 к Рекомендации МСЭ-R ВТ.1361. Полученные целочисленные коэффициенты представлены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

**Целочисленные коэффициенты уравнений  
для сигналов яркости и цветоразностных сигналов**

| Биты<br>коэффи-<br>циента | Знаменатель | Сигнал яркости $Y$ |           |              | Цветоразностный сигнал $C_R$ |            |               | Цветоразностный сигнал $C_B$ |             |            |
|---------------------------|-------------|--------------------|-----------|--------------|------------------------------|------------|---------------|------------------------------|-------------|------------|
|                           |             | $k'_{Y1}$          | $k'_{Y2}$ | $k'_{Y3}$    | $k'_{CR1}$                   | $k'_{CR2}$ | $k'_{CR3}$    | $k'_{CB1}$                   | $k'_{CB2}$  | $k'_{CB3}$ |
| $m$                       | $2^m$       |                    |           |              |                              |            |               |                              |             |            |
| 8                         | 256         | 77                 | 150       | 29           | 131                          | -110       | -21           | -44                          | -87         | 131        |
| 9                         | 512         | 153                | 301       | 58           | 262                          | -219       | -43           | -88                          | <b>-174</b> | 262        |
| 10                        | 1 024       | 306                | 601       | 117          | 524                          | -439       | -85           | -177                         | -347        | 524        |
| 11                        | 2 048       | 612                | 1 202     | <b>234</b>   | 1 047                        | -877       | -170          | -353                         | -694        | 1 047      |
| 12                        | 4 096       | 1 225              | 2 404     | 467          | 2 095                        | -1 754     | -341          | -707                         | -1 388      | 2 095      |
| 13                        | 8 192       | 2 449              | 4 809     | 934          | <b>4 189</b>                 | -3 508     | -681          | -1 414                       | -2 776      | 4 190      |
| 14                        | 16 384      | 4 899              | 9 617     | 1 868        | 8 379                        | -7 016     | -1 363        | -2 828                       | -5 551      | 8 379      |
| 15                        | 32 768      | 9 798              | 19 235    | <b>3 735</b> | 16 758                       | -14 033    | -2 725        | -5 655                       | -11 103     | 16 758     |
| 16                        | 65 536      | 19 595             | 38 470    | 7 471        | 33 516                       | -28 066    | <b>-5 450</b> | -11 311                      | -22 205     | 33 516     |

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Жирным шрифтом выделены значения, которые были изменены относительно ближайшего целочисленного значения в результате оптимизации.

Для получения 4:2:2 компонентов  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$ , к описанным выше сигналам 4:4:4  $C_R$ ,  $C_B$  следует применить НЧ фильтрацию и субдискретизацию. Следует отметить, что могут существовать незначительные различия между компонентами  $C_R$ ,  $C_B$ , полученными описанным выше способом, и теми, которые получены путем аналоговой фильтрации до дискретизации.

### 2.5.5 Ограничение сигналов $Y$ , $C_R$ , $C_B$

Цифровое кодирование сигналов в форме  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$  может представить существенно более широкую гамму значений сигнала, чем та, которая может поддерживаться в соответствующих диапазонах сигналов  $R$ ,  $G$ ,  $B$ . Поэтому, существует вероятность получения в результате создания электронного изображения или обработки сигнала такие сигналы  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$ , которые, несмотря на пригодность каждого из них по отдельности, могут, при преобразовании к  $R$ ,  $G$ ,  $B$ , привести к получению значений, лежащих вне допустимых пределов. Более удобно и более эффективно предотвратить это посредством наложения ограничений на сигналы  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$ , чем ждать, когда они будут преобразованы в форму  $R$ ,  $G$ ,  $B$ . Кроме того, ограничение может быть применено, как способ поддержания значений яркости и цветовых оттенков, минимизируя субъективные искажения посредством потери только насыщенности цвета.

## 2.6 Цветовая и оптоэлектронная световая характеристика<sup>1</sup>

| Пункт | Характеристики                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                    |          |          |          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
|       | Параметр                                                                           | 625                                                                                                                                                                                                                                                |          | 525      |          |
| 2.6.1 | Трехцветные координаты, CIE 1931 <sup>(1)</sup>                                    | <i>x</i>                                                                                                                                                                                                                                           | <i>y</i> | <i>x</i> | <i>y</i> |
|       | Основные цвета: Красный                                                            | 0,640                                                                                                                                                                                                                                              | 0,330    | 0,630    | 0,340    |
|       | Зеленый                                                                            | 0,290                                                                                                                                                                                                                                              | 0,600    | 0,310    | 0,595    |
|       | Синий                                                                              | 0,150                                                                                                                                                                                                                                              | 0,060    | 0,155    | 0,070    |
| 2.6.2 | Принятая цветность для равных сигналов основных цветов – цветность опорного белого | $D_{65}$                                                                                                                                                                                                                                           |          |          |          |
|       | $E_R = E_G = E_B$                                                                  | <i>x</i>                                                                                                                                                                                                                                           | <i>y</i> |          |          |
|       |                                                                                    | 0,3127                                                                                                                                                                                                                                             | 0,3290   |          |          |
| 2.6.3 | Оптоэлектронная световая характеристика до нелинейной предварительной коррекции    | Принимаются линейными                                                                                                                                                                                                                              |          |          |          |
| 2.6.4 | Оптоэлектронная характеристика "от света до света" у источника                     | $E = (1,099 L^{0,45} - 0,099)$ при $1,00 \geq L \geq 0,018$<br>$E = 4,500 L$ при $0,018 > L \geq 0$<br>где:<br><i>L</i> : яркость изображения $0 \leq L \leq 1$ при традиционной колориметрии;<br><i>E</i> : соответствующий электрический сигнал. |          |          |          |

<sup>(1)</sup> Определены трехцветные координаты, которые в настоящее время используются традиционными системами с 625 и 525 строками.

## 3 Члены семейства стандартов

Определяются следующие члены семейства:

- 4:2:2 для систем с форматом изображения 4:3 и для широкоэкранных систем с форматом изображения 16:9, когда необходимо сохранить одинаковыми ширину полосы аналогового сигнала и скорость передачи цифрового потока для обоих форматов;
- 4:4:4<sup>2</sup> для систем с форматом изображения 4:3 и 16:9 с высшим цветовым разрешением.

## Приложение 1

### Параметры кодирования для членов семейства стандартов

#### 1 Значения параметров кодирования для стандарта 4:2:2 семейства стандартов

Параметры (см. таблицу 3), которые применяются для члена 4:2:2 семейства стандартов, должны использоваться в стандартном цифровом интерфейсе между основным студийным оборудованием и для международного обмена программами цифрового телевидения формата 4:3 или широкоэкранный цифровой телевидения формата 16:9, когда необходимо сохранить одинаковыми величину полосы аналогового сигнала и скорость цифрового потока.

<sup>1</sup> Следует отметить, что в целях прямой совместимости с системами ТВЧ, могут использоваться колориметрия и другое кодирование с помощью матричной схемы, которые описаны в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1361 (единая глобальная колориметрия и связанные с ней характеристики будущих телевизионных систем и систем получения изображения).

<sup>2</sup> Для стандартов 4:4:4 семейства дискретизированные сигналы могут быть сигналами яркости и цветоразностными сигналами (или красным, зеленым и синим сигналами, если они используются).

ТАБЛИЦА 3

| Параметры                                                                                                                       | Системы 525 строк, 60 полей/с                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Системы 625 строк, 50 полей/с     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Кодированные сигналы: $Y, C_R, C_B$                                                                                           | Эти сигналы получены из сигналов, прошедших предварительную гамма-коррекцию, а именно:<br>$E_Y, E_R - E_Y, E_B - E_Y$ (см. п. 2.5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |
| 2 Число отсчетов в полной строке:<br>– сигнал яркости ( $Y$ )<br>– каждый цветоразностный сигнал ( $C_R, C_B$ )                 | 858<br>429                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 864<br>432                        |
| 3 Структура дискретизации                                                                                                       | Ортогональная для строк, полей и кадров, соответственно. Отсчеты $C_R$ и $C_B$ пространственно совмещены с нечетными отсчетами (1-й, 3-й, 5-й и т. д.) сигнала $Y$ в каждой строке                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |
| 4 Частота дискретизации:<br>– сигнал яркости<br>– каждый цветоразностный сигнал                                                 | 13,5 МГц<br>6,75 МГц<br>Допуски по частоте дискретизации должны совпадать с допусками для частоты строк соответствующего стандарта цветного телевидения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |
| 5 Форма кодирования                                                                                                             | Равномерная ИКМ, 8 или 10 битов на отсчет для сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
| 6 Число отсчетов на активную цифровую строку:<br>– сигнал яркости<br>– каждый цветоразностный сигнал                            | 720<br>360                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   |
| 7 Связь между аналоговой и цифровой<br>– от конца активной цифровой строки до момента ОН                                        | 16 периодов синхронизации яркости                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12 периодов синхронизации яркости |
| 8 Соответствие между уровнями видеосигнала и квантования:<br>– шкала<br>– сигнал яркости<br><br>– каждый цветоразностный сигнал | (см. п. 2.4) (Значения в десятичном представлении)<br><br>от $0,00_d$ до $255,75_d$<br>220 (8-битовых) или 877 (10-битовых) уровней квантования с уровнем черного, соответствующим уровню $16,00_d$ , и пиком уровня белого, соответствующего уровню $235,00_d$ . Уровень сигнала может иногда превышать уровень $235,00_d$ или быть ниже уровня $16,00_d$ .<br><br>225 (8-битовых) или 897 (10-битовых) уровней квантования в центральной части шкалы квантования с нулевым сигналом, соответствующим уровню $128,00_d$ . Уровень сигнала может иногда превышать уровень $240,00_d$ или быть ниже уровня $16,00_d$ . |                                   |
| 9 Используемые кодовые слова                                                                                                    | Кодовые слова, соответствующие уровням квантования $0,00_d$ и $255,75_d$ , используются только для синхронизации. Уровни с $1,00_d$ по $254,75_d$ используются для видеосигнала<br><br>Если 8-битовые слова интерпретируются в 10-битовой системе, в 8-битовое слово должны вставляться два содержащие нули LSB.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |

## 2 Значения параметров кодирования для стандарта 4:4:4 семейства стандартов

Параметры, приведенные в таблице 4, применяются к стандарту 4:4:4 семейства стандартов, пригодному для оборудования источников телевизионного сигнала и приложений обработки высококачественного видеосигнала.

ТАБЛИЦА 4

| Параметры                                                                                                                                                                         | Системы 525 строк, 60 полей/с                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Системы 625 строк, 50 полей/с |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Кодированные сигналы: $Y, C_R, C_B$ или $R, G, B$                                                                                                                               | Эти сигналы получены из сигналов, прошедших предварительную гамма-коррекцию, а именно $E\dot{Y}, E\dot{R}-E\dot{Y}, E\dot{B}-E\dot{Y}$ или $E\dot{R}, E\dot{G}, E\dot{B}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |
| 2 Число отсчетов в полной строке для каждого сигнала                                                                                                                              | 858                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 864                           |
| 3 Структура дискретизации                                                                                                                                                         | Ортогональная для строк, полей и кадров. Три структуры дискретизации должны быть совмещены друг с другом и также совмещены со структурой дискретизации сигнала яркости стандарта 4:2:2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                               |
| 4 Частота дискретизации для каждого сигнала                                                                                                                                       | 13,5 МГц                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |
| 5. Форма кодирования                                                                                                                                                              | Равномерная ИКМ, 8 или 10 битов на отсчет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |
| 6 Длительность активной цифровой строки в числе отсчетов                                                                                                                          | 720                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| 7 Связь между аналоговой и цифровой синхронизацией строк:<br>– от конца активной цифровой строки до момента ОН                                                                    | 16 периодов синхронизации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12 периодов синхронизации     |
| 8 Соответствие между уровнями видеосигнала для каждого отсчета:<br>– шкала<br>– $R, G, B$ или сигнал яркости <sup>(1)</sup><br><br>– каждый цветоразностный сигнал <sup>(1)</sup> | (см. п. 2.4) (Значения в десятичном представлении)<br><br>от $0,00_d$ до $255,75_d$<br><br>$220$ (8-битовых) или $877$ (10-битовых) уровней квантования с уровнем черного, соответствующим уровню $16,00_d$ , и пиком уровня белого, соответствующего уровню $235,00_d$ . Уровень сигнала может иногда превышать уровень $235,00_d$ или быть ниже уровня $16,00_d$ .<br><br>$225$ (8-битовых) или $897$ (10-битовых) уровней квантования в центральной части шкалы квантования с нулевым сигналом, соответствующим уровню $128,00_d$ . Уровень сигнала может иногда превышать уровень $240,00_d$ или быть ниже уровня $16,00_d$ . |                               |
| 9 Используемые кодовые слова                                                                                                                                                      | Кодовые слова, соответствующие уровням квантования $0,00_d$ и $255,75_d$ , используются только для синхронизации. Уровни с $1,00_d$ по $254,75_d$ используются для видеосигнала<br><br>Если 8-битовые слова интерпретируются в 10-битовой системе, в 8-битовое слово должны вставляться два содержащие нули LSB.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |

<sup>(1)</sup> Если используется.

## Дополнение 1 к Приложению 1

### Описание сигналов, используемых в стандартах цифрового кодирования

#### 1 Взаимосвязь между активной цифровой строкой и моментом аналоговой синхронизации

Взаимосвязь между отсчетами яркости активной цифровой строки и моментом аналоговой синхронизации показана на:

- рисунке 1 для систем с 625 строками;
- рисунке 2 для систем с 525 строками.

На этих рисунках точка дискретизации соответствует началу каждого блока.

Соответствующие числа отсчетов цветоразностных сигналов в стандарте 4:2:2 могут быть получены посредством деления пополам числа яркостных отсчетов. Значения (12,132) и (16,122) были выбраны симметричными, для того чтобы изобразить активную цифровую строку в районе разрешенных

вариаций. Они не являются частью описания цифровой строки и относятся только к аналоговому интерфейсу.

РИСУНОК 1

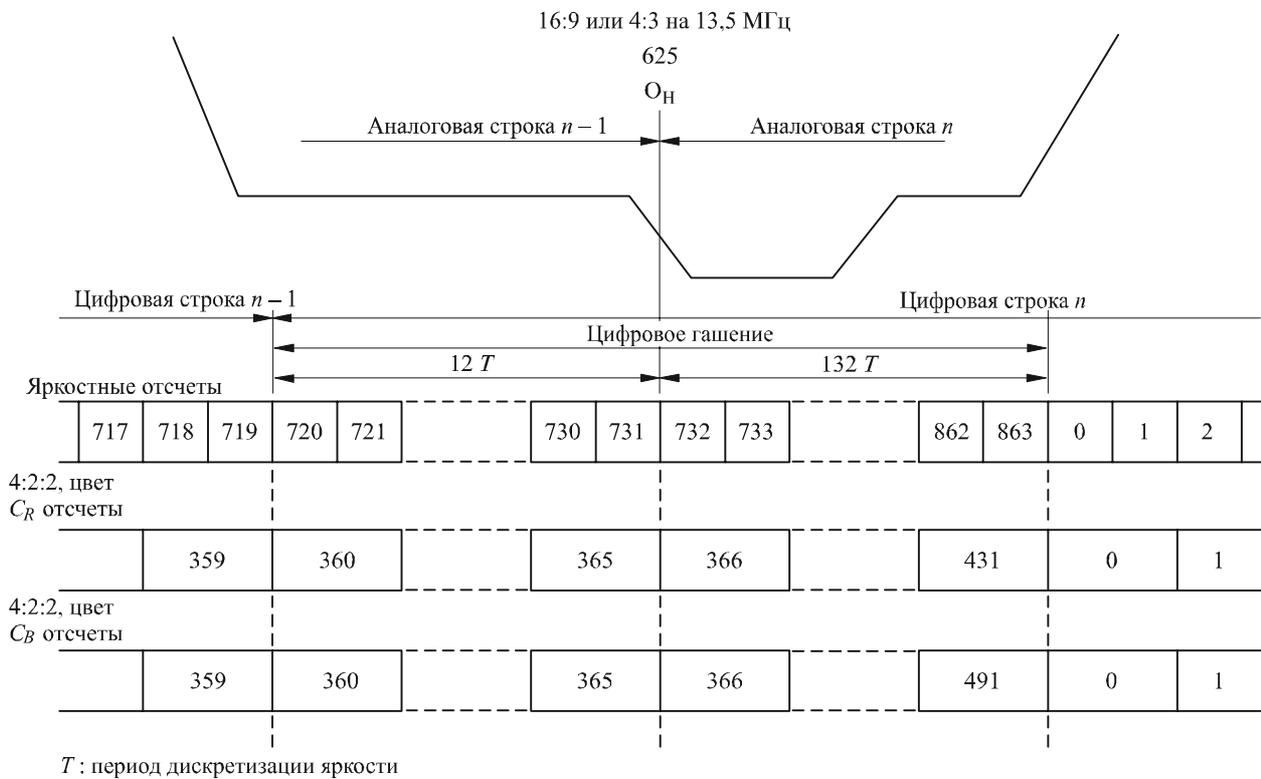
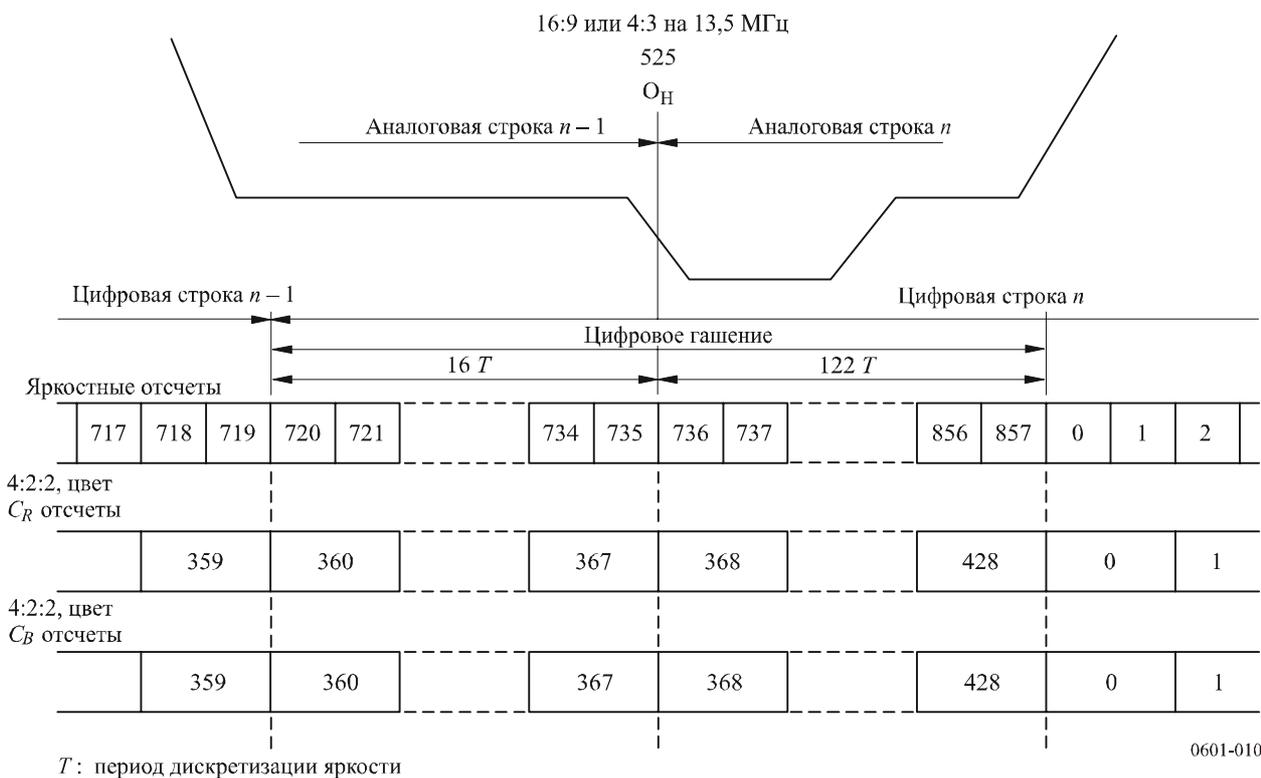


РИСУНОК 2



## Дополнение 2 к Приложению 1

### Характеристики фильтрации

#### 1 Некоторые указания по практической реализации фильтров

В предложениях по фильтрам, используемым в процессах кодирования и декодирования, предполагается, что в постфильтрах, которые следуют за цифро-аналоговым преобразованием, предусмотрена коррекция по характеристике  $(\sin x/x)$ . Допуски по полосе пропускания для фильтра плюс корректор  $(\sin x/x)$  плюс теоретическая  $(\sin x/x)$  характеристика должны быть такими же, как приняты собственно для фильтров. Это наиболее просто достигается, если фильтр, корректор  $(\sin x/x)$  и компенсатор задержки разрабатываются как единое устройство.

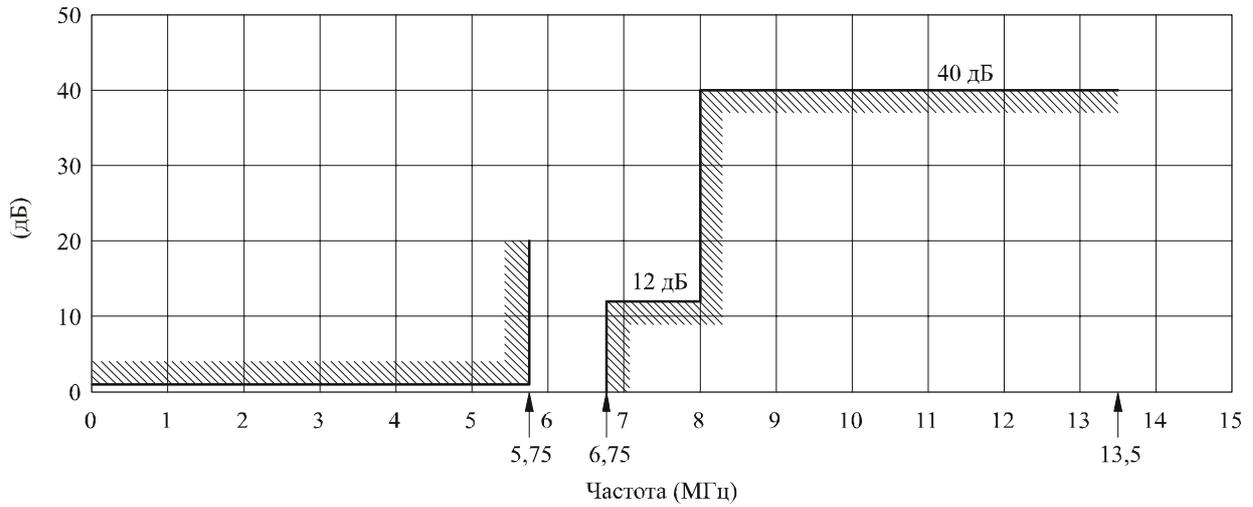
Общая задержка из-за фильтрации и кодирования должна быть одинаковой для сигнала яркости и цветоразностных сигналов. Задержка фильтра цветоразностных сигналов (рисунки 4а и 4b) вдвое выше, чем задержка фильтра сигнала яркости (рисунки 3а и 3b). Поскольку трудно выровнять эти времена с использованием аналоговых линий задержки без превышения пределов полосы пропускания, рекомендуется большую часть этой разницы (кратную периоду дискретизации) компенсировать в цифровой форме. Что касается корректировки остатка, необходимо отметить, что цепь дискретизации и синхронизации в декодере вводит равномерную задержку на половину периода дискретизации.

Допуски в полосе пропускания для неравномерности амплитуды и группового времени запаздывания очень невелики. Современные исследования показывают, что это необходимо, так как значительное число последовательных операций кодирования и декодирования могут быть выполнены без потерь потенциально высокого качества стандарта кодирования 4:2:2. Из-за ограничений, присущих существующему сегодня измерительному оборудованию, производители могут испытывать трудности в обеспечении экономичной поверки в производственных условиях отдельных фильтров на соответствие их параметров допустимым отклонениям. Однако можно разрабатывать фильтры таким образом, чтобы установленные характеристики выполнялись на практике, и производителям необходимо прилагать все усилия на стадии производства, направленные на то, чтобы каждый фильтр соответствовал данным характеристикам.

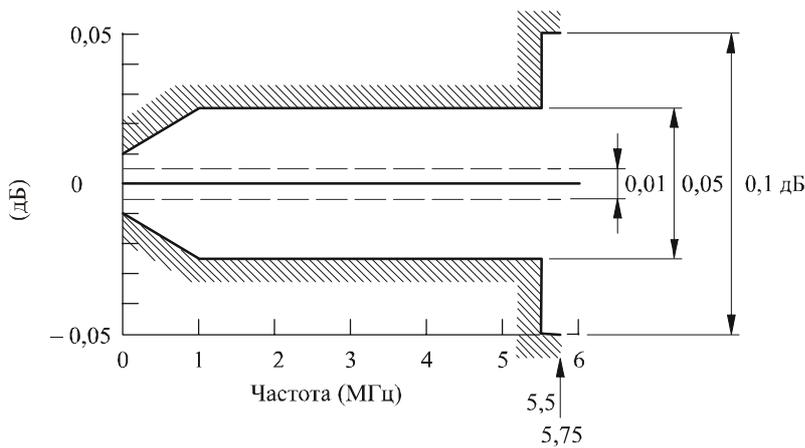
Параметры, приведенные в Дополнении 2, разрабатывались так, чтобы максимально сохранить спектральное содержание сигналов  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$  на всем пути их следования через компонентную сигнальную цепь. Однако понятно, что спектральная характеристика цветоразностного сигнала должна быть сформирована посредством медленного сглаживающего фильтра, устанавливаемого в мониторе, или на конце компонентной сигнальной цепи.

РИСУНОК 3

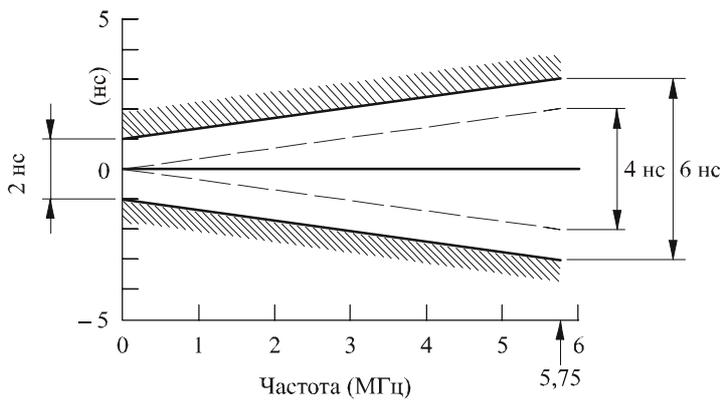
Характеристики фильтра сигналов яркости, RGB  
или цветоразностных сигналов формата 4:4:4



а) Шаблон характеристики введения/удаления частоты



б) Допуск по неравномерности в полосе пропускания фильтра

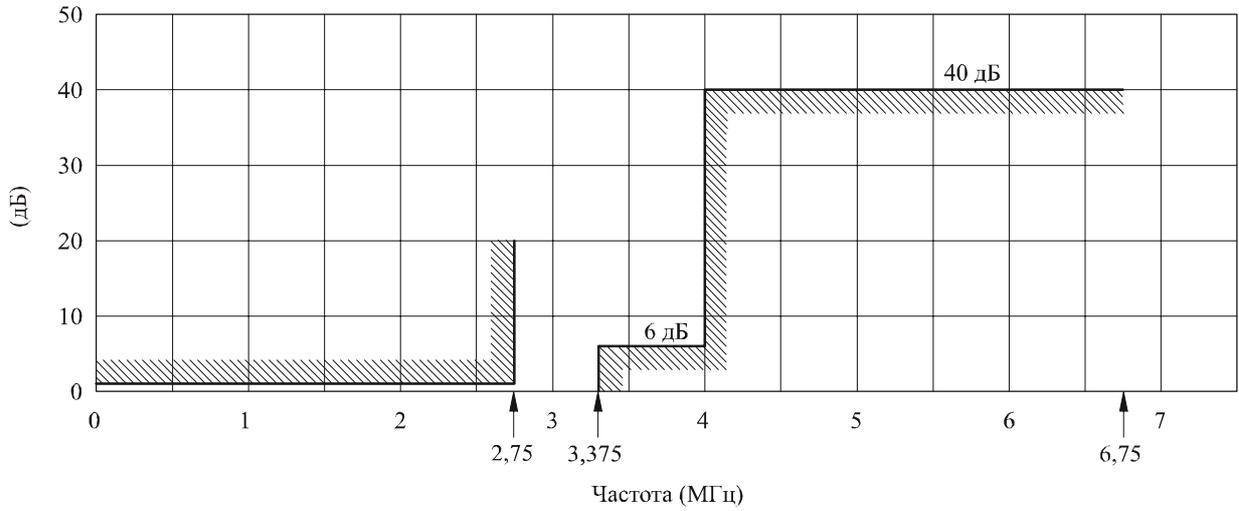


с) Допуск по групповому времени задержки в полосе

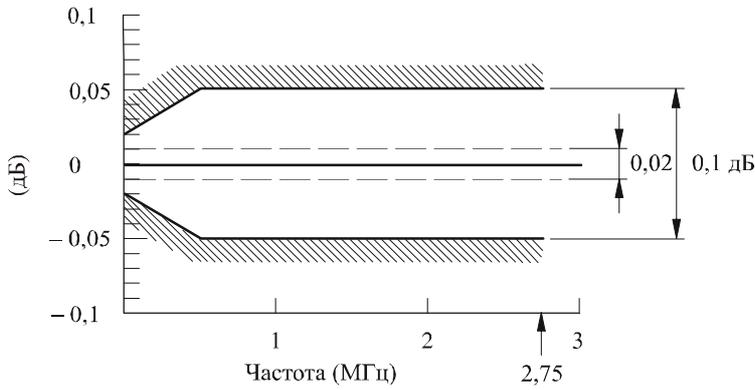
Примечание 1. – Наименьшая частота в б) и с) – равна 1 кГц (вместо 0 МГц).

РИСУНОК 4

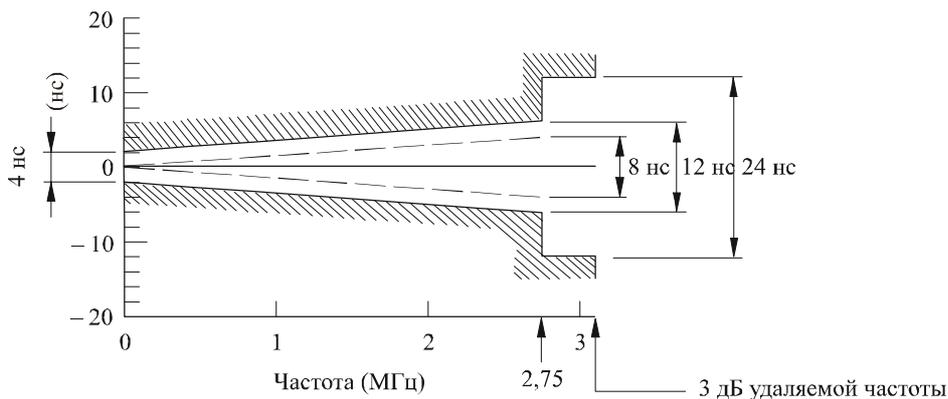
Характеристики цветоразностных сигналов формата 4:2:2



а) Шаблон характеристики введения/удаления частоты



б) Допуск по неравномерности в полосе пропускания фильтра

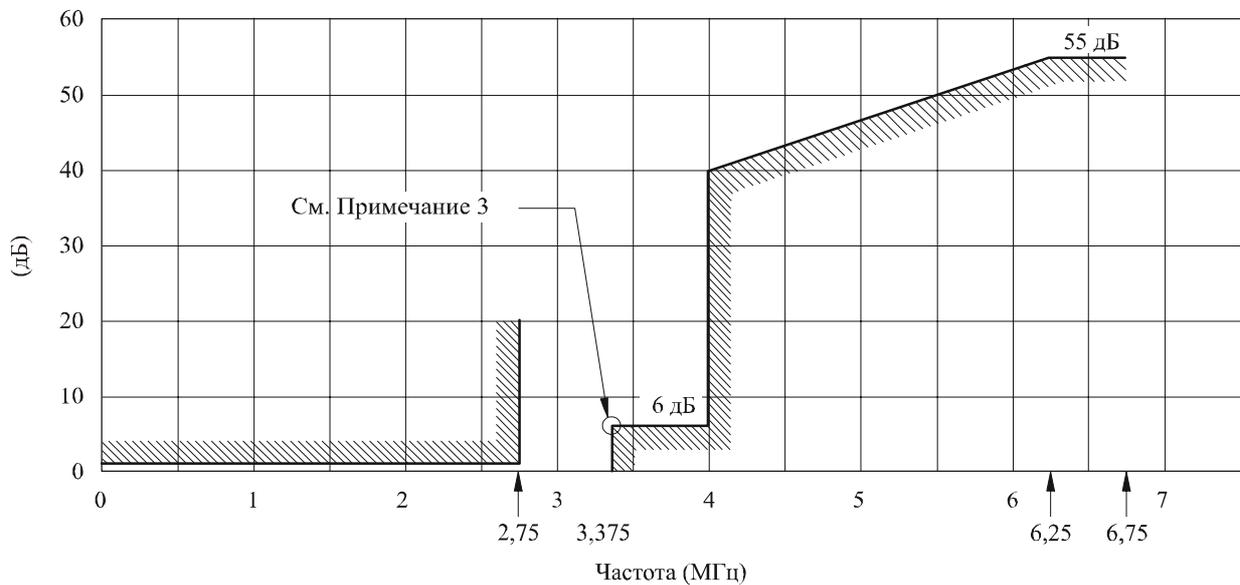


с) Допуск по групповому времени задержки в полосе

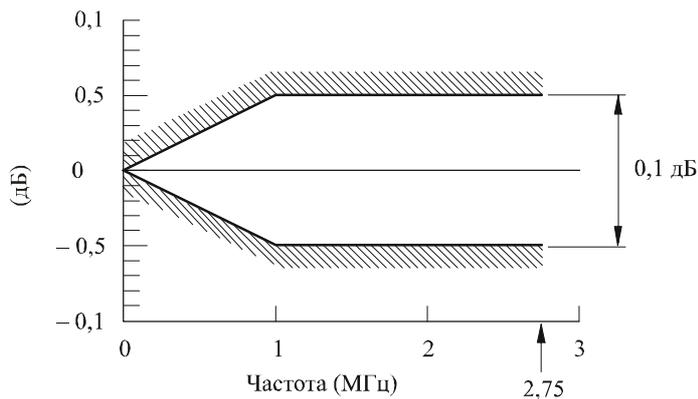
Примечание 1. – Наименьшая частота в б) и с) – равна 1 кГц (вместо 0 МГц).

РИСУНОК 5

Характеристики цифрового фильтра для преобразования частоты  
дискретизации цветоразностных сигналов из 4:4:4 в 4:2:2



а) Шаблон характеристики введения/удаления частоты



б) Допуск по неравномерности в полосе пропускания фильтра

Примечания к рисункам 3, 4 и 5:

*Примечание 1.* – Неравномерность и групповое время запаздывания определены по отношению к их значениям на 1 кГц. Сплошные линии обозначают практические пределы, пунктирные – предлагаемые пределы для теоретического проектирования.

*Примечание 2.* – В цифровом фильтре практические и расчетные пределы эквивалентны. Искажение времени задержки преднамеренно равно нулю.

*Примечание 3.* – В цифровом фильтре (рисунок 5) амплитудно-частотная характеристика (в линейном масштабе) должна иметь наклон, симметричный относительно точки половинной амплитуды, как показано на рисунке.

*Примечание 4.* – В предложениях по фильтрам для использования в процессах кодирования и декодирования, принимается, что в фильтрации, следующей за цифро-аналоговым преобразованием, предусмотрена коррекция по характеристике ( $\sin x/x$ ) цепей дискретизации и синхронизации.

0601-05