

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R ВТ.1543-1**  
(06/2015)

**Формат изображения 1280 × 720, 16:9,  
получаемого путем построчного  
сканирования, для производства и  
международного обмена программами  
в среде с частотой 60 Гц**

**Серия ВТ**  
**Радиовещательная служба**  
**(телевизионная)**



## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

## Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
<b>BT</b>	<b>Радиовещательная служба (телевизионная)</b>
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, 2016 г.

© ITU 2016

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.1543-1

**Формат изображения 1280 × 720, 16:9, получаемого путем построчного сканирования, для производства и международного обмена программами в среде с частотой 60 Гц**

(Вопрос МСЭ-R 1/6)

(2001-2015)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации определены параметры цифрового изображения для формата изображения 1280 × 720, 16:9, получаемого путем построчного сканирования, для производства и международного обмена программами в среде с частотой 60 Гц<sup>1</sup>.

**Ключевые слова**

Построчное, 1280 × 720

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a)* что производство цифрового контента будет все в большей мере включать смешанный контент, состоящий из аудиосигналов, видеозображений, данных и содержащий функции интерактивности;
- b)* что цифровое оборудование для производства в возрастающей степени проектируется для работы с различными форматами изображения, включая формат 1280 × 720, 16:9, получаемый путем построчного сканирования (720/P);
- c)* что несложно обеспечить пригодное для производственного применения преобразование из формата с построчным сканированием в другие форматы;
- d)* что формат 720/P при частоте 30/60 Гц обеспечивает полезный набор вертикально-временных опций и опций со сниженной битовой скоростью;
- e)* что формат производства 720/P предоставляет эффективный формат, обеспечивающий высокое вертикально-временное разрешение, переносимый по широко применяемому для производства последовательному цифровому интерфейсу со скоростью 1,5 Гбит/с;
- f)* что максимальное единство со значениями параметров, приведенными в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709, обеспечивает преимущества при обмене;
- g)* что формат 720/P обеспечивает набор пространственных характеристик Рекомендаций МСЭ-R ВТ.601 и МСЭ-R ВТ.709, который является эффективным вариантом для определенных приложений, связанных со съемкой, производством и хранением;
- h)* что все большее значение приобретает функциональная совместимость формата изображения с компьютерными приложениями, и формат 720/P полностью соответствует им,

*рекомендует*

использовать для производства и международного обмена программами в среде 60 Гц с форматом изображений 1280 × 720 параметры, приведенные в Приложении 1.

---

<sup>1</sup> Предыдущие версии настоящей Рекомендации, которые могут содержать ретроспективные данные, доступны на веб-сайте МСЭ.

## Приложение 1

### Система получения изображения 1280 × 720 путем построчного сканирования

#### Введение

Этот формат изображений определен так, чтобы получить общие значения параметров кадров, не зависящие от частоты кадров, включая общую для системы частоту тактовых сигналов 74,25 МГц. В настоящем Приложении определены следующие значения частоты кадров: 60 Гц, 60/1,001 Гц, 30 Гц, 30/1,001 Гц.

Рисунки относятся только к построчному сканированию (Р).

#### 1 Оптоэлектронное преобразование

Пункт	Параметр	Значение	
1.1	Характеристики оптоэлектронной передачи перед нелинейной предкоррекцией	Предполагаются линейными	
1.2	Общие характеристики оптоэлектронной передачи источника <sup>2</sup>	$V = 1,099 L^{0,45} - 0,099$ для $1 \geq L \geq 0,018$ $V = 4,500 L$ для $0,018 > L \geq 0$ , где: $L$ : яркость изображения $0 \leq L \leq 1$ $V$ : соответствующий электрический сигнал	
1.3	Координаты цветности (СIE, 1931) Основные: – красный ( $R$ ) – зеленый ( $G$ ) – синий ( $B$ )	$X$	$y$
		0,640	0,330
		0,300	0,600
1.4	Предполагаемая цветность при равных основных сигналах (опорный белый):  – $E_R = E_G = E_B$	$D_{65}$	
		$X$	$y$
		0,3127	0,3290

#### 2 Характеристики изображения

Пункт	Параметр	Значение
2.1	Формат изображения	16:9
2.2	Отсчеты на активную строку	1 280
2.3	Сетка дискретизации	Ортогональная
2.4	Активные строки на изображение	720
2.5	Соотношение размеров элемента изображения	1:1 (квадратные пиксели)

<sup>2</sup> В обычной практике производства функция кодирования источников изображения регулируется таким образом, что окончательное изображение имеет желательный вид, соответствующий отображаемому на эталонном мониторе, который имеет эталонную функцию кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.1886, в эталонной среде просмотра, определенной в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2035. При том что некоторые параметры, приведенные в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2035, предназначены для просмотра сигналов ТСВЧ, для формата изображения 1280 × 720 следует использовать расстояния просмотра с возможностью масштабирования.

## 3 Формат сигнала

Пункт	Параметр	Значение
3.1	Концептуальная нелинейная предкоррекция первичных сигналов	$\gamma = 0,45$ (см. пункт 1.2)
3.2	Получение сигнала яркости $E'_Y$	$E'_Y = 0,2126 E'_R + 0,7152 E'_G + 0,0722 E'_B$
3.3	Получение цветоразностного сигнала (аналоговое кодирование)	$E'_{CB} = \frac{E'_B - E'_Y}{1,8556}$ $= \frac{-0,2126 E'_R - 0,7152 E'_G + 0,9278 E'_B}{1,8556}$ $E'_{CR} = \frac{E'_R - E'_Y}{1,5748}$ $= \frac{0,7874 E'_R - 0,7152 E'_G - 0,0722 E'_B}{1,5748}$
3.4	Квантование сигналов $RGB$ , яркости и цветоразностного сигнала <sup>(1), (2)</sup>	$D'_R = \text{INT} \left[ (219 E'_R + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_G = \text{INT} \left[ (219 E'_G + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_B = \text{INT} \left[ (219 E'_B + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_Y = \text{INT} \left[ (219 E'_Y + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_{CB} = \text{INT} \left[ (224 E'_{CB} + 128) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_{CR} = \text{INT} \left[ (224 E'_{CR} + 128) \cdot 2^{n-8} \right]$
3.5	Получение сигнала яркости и цветоразностного сигнала с помощью квантованных сигналов $RGB$	$D'_Y = \text{INT} \left[ 0,2126 D'_R + 0,7152 D'_G + 0,0722 D'_B \right]$ $D'_{CB} = \text{INT} \left[ \begin{pmatrix} -\frac{0,2126}{1,8556} D'_R - \frac{0,7152}{1,8556} D'_G \\ + \frac{0,9278}{1,8556} D'_B \end{pmatrix} \cdot \frac{224}{219} + 2^{n-1} \right]$ $D'_{CR} = \text{INT} \left[ \begin{pmatrix} \frac{0,7874}{1,5748} D'_R - \frac{0,7152}{1,5748} D'_G \\ - \frac{0,0722}{1,5748} D'_B \end{pmatrix} \cdot \frac{224}{219} + 2^{n-1} \right]$

<sup>(1)</sup> "n" означает количество бит в квантованном сигнале.

<sup>(2)</sup> Оператор 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 0,9999, т. е. он округляет в большую сторону дроби выше 0,5.

## 4 Цифровое представление

Пункт	Параметр	Значение	
4.1	Кодированный сигнал	$R, G, B$ или $Y, C_B, C_R$	
4.2	Сетка дискретизации: – $R, G, B, Y$	Ортогональные, линейные и повторяющиеся от кадра к кадру	
4.3	Сетка дискретизации: – $C_B, C_R$	Ортогональные, линейные и повторяющиеся от кадра к кадру, совмещенные друг с другом и с чередующимися отсчетами <sup>(1)</sup> $Y$	
4.4	Число активных отсчетов на строку: – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	1 280 640	
4.5	Формат кодирования	Линейное, 8 или 10 бит на составляющую	
4.6	Уровни квантования: – Уровень черного: – $R, G, B, Y$ – Ахроматическая составляющая: – $C_B, C_R$ – Номинальное пиковое значение: – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	8-битовое кодирование	10-битовое кодирование
		16	64
		128	512
		235 16 и 240	940 64 и 960
4.7	Распределение уровней квантования: – данные видеоизображения – опорные моменты	8-битовое кодирование	10-битовое кодирование
		1–254 0 и 255	4–1 019 0–3 и 1 020–1 023
4.8	Характеристики фильтра <sup>(2)</sup> : – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	См. рис. 1А См. рис. 1В	

<sup>(1)</sup> Первые активные цветоразностные отсчеты совмещены с первым активным отсчетом яркости.

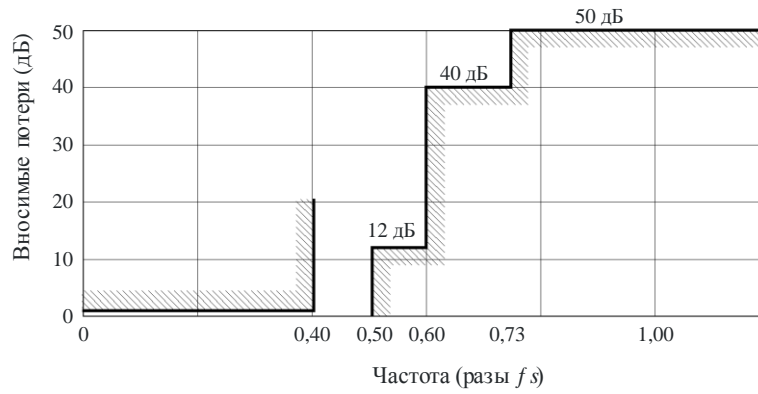
<sup>(2)</sup> Эти шаблоны фильтров определены в качестве руководящих принципов.

## 5 Характеристики получения изображения

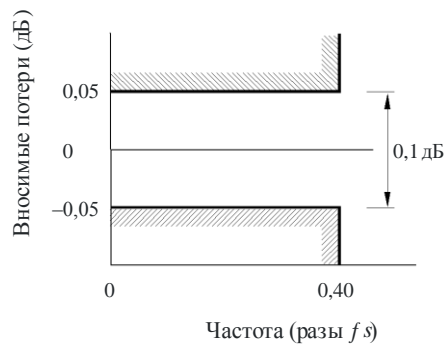
Пункт	Параметр	Значение	
		60/P, 59.94/P	30/P, 29.97/P
5.1	Порядок представления выборок в системе сканирования	Слева направо, сверху вниз	
5.2	Частота съемки (Гц)	60, 60/1.001	30, 30/1.001
5.3	Частота кадров (Гц)	60, 60/1.001	30, 30/1.001
5.4	Отсчеты на полную строку: – R, G, B, Y – C <sub>B</sub> , C <sub>R</sub>	1 650 825	3 300 1 650
5.5	Номинальные значения ширины полосы канала (МГц)	(Для составляющих R, G, B, Y) 30	
5.6	Частота дискретизации (МГц): – R, G, B, Y	74,25; 74,25/1,001	74,25; 74,25/1,001
5.7	Частота дискретизации <sup>(1)</sup> (МГц) – C <sub>B</sub> , C <sub>R</sub>	37,125; 37,125/1,001	37,125; 37,125/1,001

<sup>(1)</sup> Частота дискретизации C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub> составляет половину частоты дискретизации сигнала яркости.

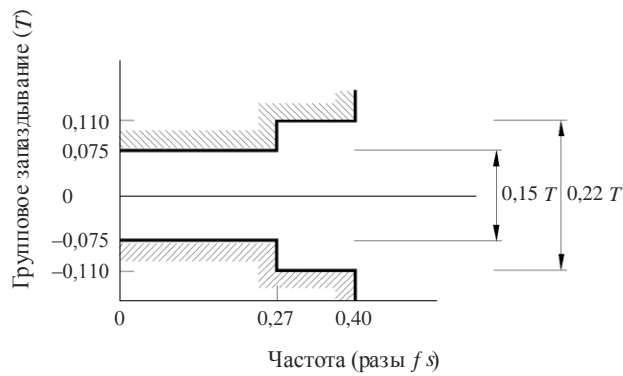
РИСУНОК 1А

Характеристики фильтров для сигналов *R, G, B* и *Y*

а) Шаблон для вносимых потерь



б) Допустимая неравномерность в полосе пропускания



с) Групповое запаздывание в полосе пропускания

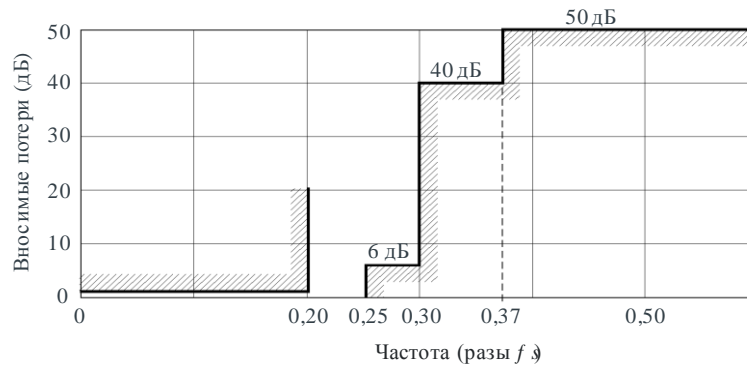
ВТ.1543-01А

ПРИМЕЧАНИЕ 1. –  $f_s$  означает частоту дискретизации яркости, значение которой приведено в п. 5.6.

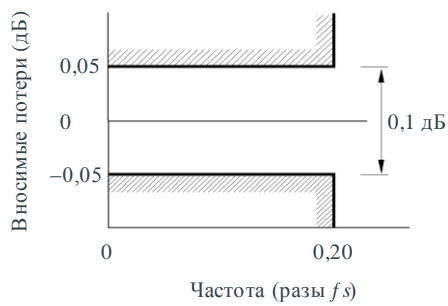
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Неравномерность и групповое запаздывание определены относительно их значений на 100 кГц.



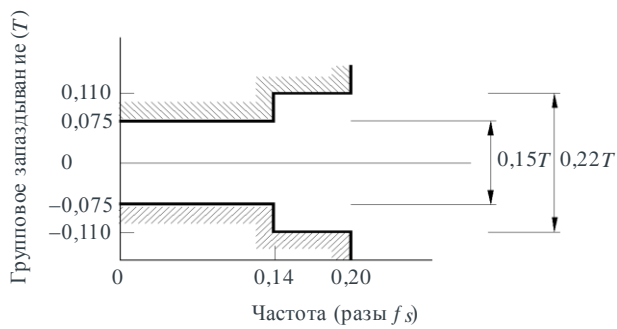
РИСУНОК 1В

Характеристики фильтров для сигналов  $C_B$  и  $C_R$ 

а) Шаблон для вносимых потерь



б) Допустимая неравномерность в полосе пропускания



с) Групповое запаздывание в полосе пропускания

ВТ.1543-01В

ПРИМЕЧАНИЕ 1. –  $f_s$  означает частоту дискретизации яркости, значение которой приведено в п. 5.6.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Неравномерность и групповое запаздывание определены относительно их значений на 100 кГц.

## 6 Аналоговый трехуровневый синхросигнал

Трехуровневый синхросигнал может использоваться в качестве опорного сигнала для синхронизации устройств, работающих в соответствии с настоящей Рекомендацией.

Пункт	Параметр	Значение
6.1	Номинальный уровень (мВ): – $E'_R, E'_G, E'_B, E'_Y$	Опорный уровень черного: 0 Опорный уровень белого: 700 (см. рис. 2)
6.2	Номинальный уровень (мВ): – $E'_{CB}, E'_{CR}$	$\pm 350$ (см. рис. 2)
6.3	Форма сигнала синхронизации	Трехуровневый биполярный (см. рис. 4)
6.4	Опорный момент строчной синхронизации	$O_H$ (см. рис. 3)
6.5	Уровень синхронизации (мВ)	$\pm 300 \pm 2\%$
6.6	Распределение сигналов синхронизации	Синхронизация по всем составляющим (см. таблицу 1, рис. 3 и 4)
6.7	Точность синхронизации между составляющими	Неприменимо
6.8	Длительность гасящего импульса	(см. таблицу 2 и рис. 3)
6.9	Всего строк	750

РИСУНОК 2

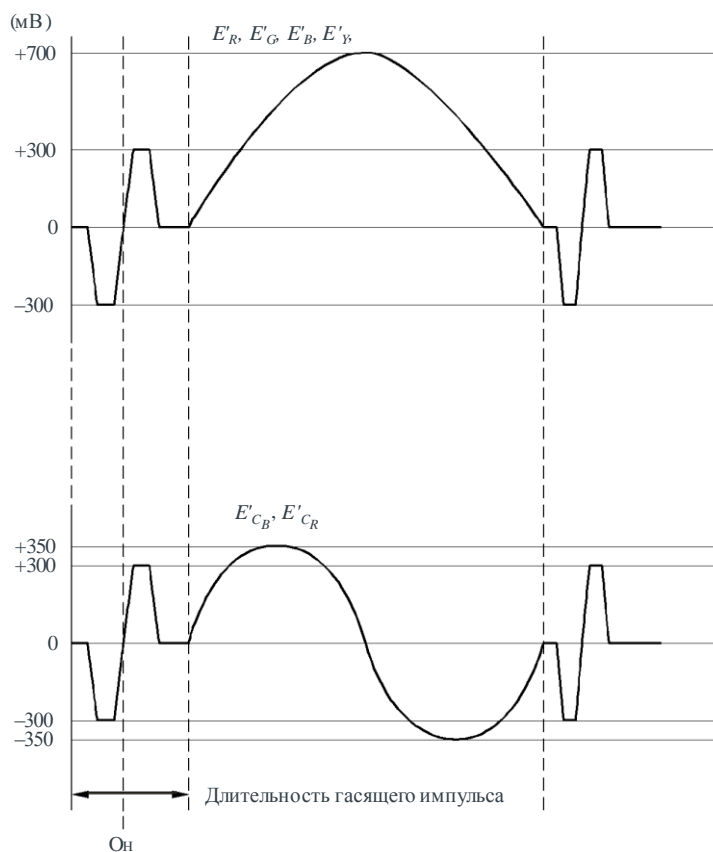
Аналоговые уровни и опорный момент  $O_H$ 

ТАБЛИЦА 1  
Характеристика синхронизации уровня и строки  
(см. рис. 3 и 4)

Обозначение	Параметр	Значения для системы	
		60/P; 59,94/P	30/P; 29,97/P
$T$	Длительность тактового сигнала (мкс)	1/74,25; 1,001/74,25	
$a$	Ширина сигнала синхронизации строки отрицательной полярности <sup>(1)</sup> ( $T$ )	40 ± 3	
$b$	Конец активного видеосигнала <sup>(2)</sup> ( $T$ )	+6 110 -0	+6 1 760 -0
$c$	Ширина сигнала синхронизации строки положительной полярности ( $T$ )	40 ± 3	
$d$	Период фиксации ( $T$ )	110 ± 3	
$e$	Начало активного видеосигнала ( $T$ )	+6 260 -0	
$f$	Время нарастания/спада ( $T$ )	4 ± 1,5	
$t_2 - t_1$	Симметрия нарастающего фронта	Симметрия около $T_r$	
–	Длительность активной строки ( $T$ )	+0 1 280 -12	
$S_m$	Амплитуда импульса отрицательной полярности (мВ)	300 ± 6	
$S_p$	Амплитуда импульса положительной полярности (мВ)	300 ± 6	
$V$	Амплитуда видеосигнала (мВ)	700	

<sup>(1)</sup>  $T$  означает длительность тактового сигнала или обратную величину тактовой частоты.

<sup>(2)</sup> Строка начинается в опорный момент строчной синхронизации  $O_H$  (включая его) и заканчивается непосредственно перед последующим  $O_H$  (исключая его).

ТАБЛИЦА 2

**Характеристики синхронизации кадров**  
(см. рис. 3 и 4)

Обозначение	Параметр	Значения для системы	
		60/P; 59,94/P	30/P; 29,97/P
$H^{(1)}$	Общая длительность строки ( $T$ ) <sup>(2)</sup>	1 650	3 300
$h$	Ширина сигнала вертикальной синхронизации ( $T$ )	1 280 ± 3	
LT	Верхняя строка изображения	№ 26	
LB	Нижняя строка изображения	№ 745	
WBL	Интервал гашения кадра	30 $H$	
	Начало кадра	№ 1	
	Конец кадра	№ 750	

(1)  $H$  означает длительность строки. Строка начинается в опорный момент строчной синхронизации  $O_H$  (включая его) и заканчивается непосредственно перед последующим  $O_H$  (исключая его).

(2)  $T$  означает длительность тактового сигнала или обратную величину тактовой частоты (см. таблицу 1).

РИСУНОК 3

**Форма сигнала кадровой синхронизации**

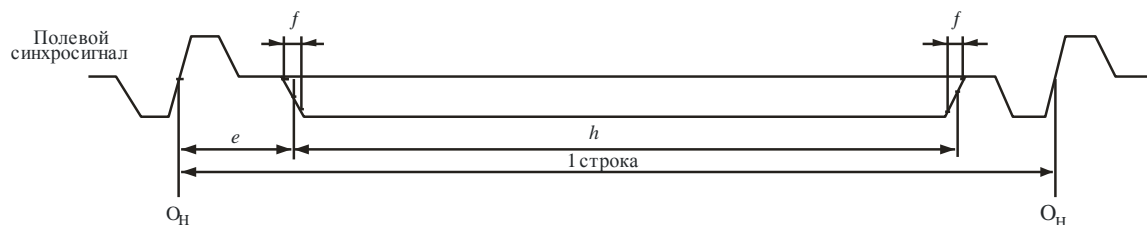
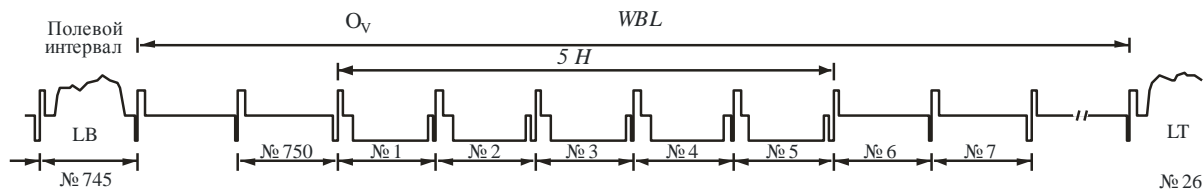
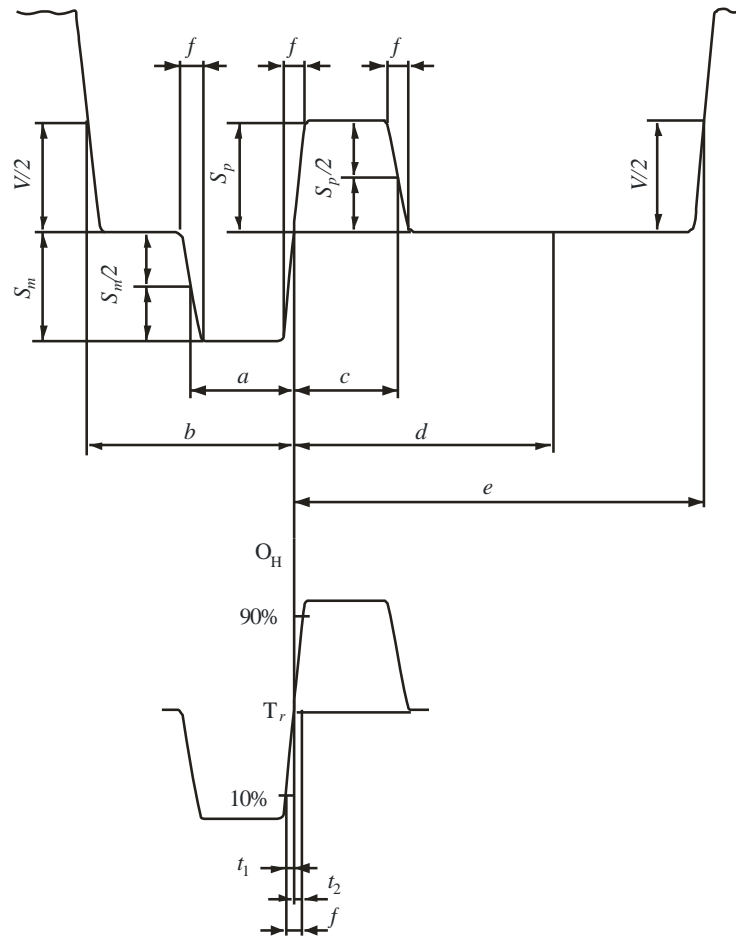


РИСУНОК 4

## Форма сигнала строчной синхронизации



(Форма сигнала является симметричной относительно точки  $T_r$ .)

ВТ.1543-04