

Международный союз электросвязи

**МСЭ-R**

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R ВТ.1120-9**  
(12/2017)

**Цифровые интерфейсы  
для студийных сигналов в форматах  
изображения 1920 × 1080**

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



Международный  
союз  
электросвязи

## 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, 2017 г.

© ITU 2017

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.1120-9\*

**Цифровые интерфейсы для студийных сигналов в форматах изображения  
1920 × 1080**

(Вопрос МСЭ-R 130/6)

(1994-02/1998-11/1998-2000-2003-2004-2005-2007-2012-2017)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации определяются последовательные цифровые интерфейсы, работающие на двух номинальных тактовых частотах 1,485 ГГц и 2,97 ГГц, для студийных сигналов с матрицей элементов изображения размером 1920 × 1080 с различными значениями частоты кадров до 60 Гц; определение структур дискретизации в системах 4:4:4 и 4:2:2 дается в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100. Этот интерфейс может использоваться также для передачи пакетов данных.

**Ключевые слова**

Последовательный интерфейс, HD-SDI, режим реального времени, SDR-TV, HDR-TV, HLG, PQ

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

a) что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 приведены значения параметров формата изображения для производства и международного обмена программами ТВЧ, а также содержится описание следующего студийного стандарта ТВЧ для охвата широкого набора приложений:

- 1125 полных строк и 1080 активных строк;
- частота кадров 60<sup>1</sup>, 50, 30<sup>1</sup>, 25 и 24<sup>1</sup> Гц, включая прогрессивную, чересстрочную и сегментированную передачу;

b) что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100 приведены значения параметров изображений для систем телевидения большого динамического диапазона для использования в производстве программ и международном обмене ими и предусматриваются следующие форматы изображения с такими же значениями частоты кадров и структурами дискретизации, как и в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709:

- широкая цветовая гамма, соответствующая определению в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2020;
- передаточные функции перцептивного квантования (PQ) и гибридной гамма-логарифмической коррекции (HLG);
- представления сигнала яркости и цветоразностного сигнала с непостоянной яркостью (NCL)  $Y'C'_B C'_R$  и с постоянной интенсивностью (CT)  $IC_T C_P$ ;

c) что разработан и представлен на рынке широкий спектр оборудования на основе указанных выше систем;

d) что в упомянутых системах производится большое количество программ;

e) что последовательные цифровые соединения разработаны для обеспечения надежных и прозрачных цифровых соединительных линий,

---

\* 6-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла редакционные поправки в настоящую Рекомендацию в 2018 году в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

<sup>1</sup> Также включены значения частоты кадров 60/1,001, 30/1,001 и 24/1,001 Гц.

рекомендует,

**1** чтобы спецификации, приведенные в настоящей Рекомендации, использовались в качестве последовательных цифровых интерфейсов для видеосигналов с матрицей элементов изображения размером  $1920 \times 1080$  со значениями частоты кадров до 60 Гц, определение которых дается в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100;

**2** чтобы примечание 1 рассматривалось как часть настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или практической реализации), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения требований используются слова "следует" или другие обязывающие термины, например "должен", и их отрицательные эквиваленты.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Всюду по тексту этой Рекомендации нотация  $Y_C B_C R_C$  используется для представления сигнала яркости и цветоразностного сигнала, который на практике может быть  $Y' C' B' C' R'$  или  $I C_T C_P$ , если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При передаче полнодиапазонных сигналов данные усекаются до узкого диапазона видеоданных.

## Приложение 1

### Интерфейсы для видеосигналов с матрицей элементов изображения размером $1920 \times 1080$ , со значениями частоты кадров до 60 Гц и разрядности до 10 бит, соответствующие Рекомендациям МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100

В данном Приложении определяются цифровые интерфейсы для систем, перечисленных в таблице 1. Параметры цифрового кодирования приведены в таблице 2. Для систем с частотой кадров 60, 30 и 24 Гц учтены также частоты кадров, имеющие эти значения, поделенные на 1,001. Значения параметров для этих систем показаны в скобках.

ТАБЛИЦА 1

#### Поддерживаемые системы

Система	Прием (Гц)	Передача
60/P	60 прогрессивный	Прогрессивная
30/P	30 прогрессивный	Прогрессивная
30/PsF	30 прогрессивный	Сегментированный кадр
60/I	30 чересстрочный	Чересстрочная
50/P	50 прогрессивный	Прогрессивная
25/P	25 прогрессивный	Прогрессивная
25/PsF	25 прогрессивный	Сегментированный кадр
50/I	25 чересстрочный	Чересстрочная
24/P	24 прогрессивный	Прогрессивная
24/PsF	24 прогрессивный	Сегментированный кадр

## 1 Цифровое представление сигнала

### 1.1 Характеристики кодирования

Подлежащие передаче видеосигналы должны соответствовать характеристикам, описанным в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100.

## 2 Цифровой интерфейс

Данный интерфейс обеспечивает однонаправленное межсоединение. Сигналы данных в форме двоичной информации кодируются следующим образом:

- видеоданные интерфейса (10-битовые слова);
- коды опорных синхросигналов и идентификационные коды (10-битовые слова);
- вспомогательные данные (см. Рекомендацию МСЭ-R ВТ.1364).

При использовании 8-битовых видеоданных для формирования 10-битовых слов к 8-битовым словам добавляются два нулевых младших бита.

### 2.1 Последовательные видеоданные

Сигналы  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  обрабатываются как 20-битовые слова путем мультиплексирования с разделением во времени компонент  $C_B$  и  $C_R$ . Каждое 20-битовое слово соответствует отсчету цветоразностного сигнала и отсчету сигнала яркости. Мультиплексный сигнал формируется как

$$(C_{B0} Y_0) (C_{R0} Y_1) (C_{B1} Y_2) (C_{R1} Y_3) \dots,$$

где  $Y_i$  обозначает  $i$ -й активный отсчет сигнала яркости в строке, а  $C_{Bj}$  и  $C_{Rj}$  обозначают  $j$ -е активные цветоразностные отсчеты компонент  $C_B$  и  $C_R$ . Отсчеты  $C_{Bj}$  и  $C_{Rj}$  совмещаются с четным отсчетом  $Y_i$ , поскольку дискретизация цветоразностных сигналов осуществляется с половинной частотой.

Слова данных, соответствующие цифровым уровням от  $0_{(10)}$  до  $3_{(10)}$  и от  $1020_{(10)}$  до  $1023_{(10)}$ , резервируются для целей идентификации данных и не должны использоваться как видеоданные.

Сигналы  $R'$ ,  $G'$ ,  $B'$  обрабатываются как 30-битовые слова в дополнение к вышеописанным 20-битовым словам для сигналов  $Y$ ,  $C_B$ ,  $C_R$ .

ТАБЛИЦА 2

## Параметры цифрового кодирования

№ п/п	Параметр	Система									
		60/P	30/P	30/PsF	60/L	50/P	25/P	25/PsF	50/L	24/P	24/PsF
1	Кодированные сигналы $Y$ , $C_B$ , $C_R$ или $R'$ , $G'$ , $B'$	См. Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100									
2	Шаблон дискретизации – $R'$ , $G'$ , $B'$ , $Y$	Ортогональный, линейный и с повторением изображения									
3	Шаблон дискретизации – $C_B$ , $C_R$	Ортогональный, линейный и с повторением изображения, отсчеты, совмещенные друг с другом и с чередующимися <sup>(1)</sup> отсчетами сигнала $Y$									
4	Количество активных строк	1 080									
5	Частота дискретизации <sup>(2)</sup> (МГц) – $R'$ , $G'$ , $B'$ , $Y$  – $C_B$ , $C_R$ <sup>(3)</sup>	148,5 (148,5/1,001)	74,25 (74,25/1,001)		148,5	74,25		74,25 (74,25/1,001)			
		74,25 (74,25/1,001)	37,125 (37,125/1,001)		74,25	37,125		37,125 (37,125/1,001)			
6	Количество отсчетов на строку – $R'$ , $G'$ , $B'$ , $Y$ – $C_B$ , $C_R$	2 200			2 640			2 750			
		1 100			1 320			1 375			
7	Количество активных отсчетов на строку – $R'$ , $G'$ , $B'$ , $Y$ – $C_B$ , $C_R$	1 920 960									
8	Положение первых активных отсчетов $Y$ , $C_B$ , $C_R$ относительно опорного момента аналоговой строчной синхронизации $O_H$ <sup>(4)</sup> (см. рис. 1)	192 T									

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

№ п/п	Параметр	Система									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
9	Формат кодирования	ИКМ с равномерным квантованием для каждого из компонентов видеосигнала, 8 или 10 битов на отсчет									
10	Назначение уровней квантования <sup>(5)</sup> – Видеоданные – Опорные моменты	от 1 <sub>(8)</sub> до 254 <sub>(8)</sub> или от 4 <sub>(10)</sub> до 1 019 <sub>(10)</sub> от 0 <sub>(8)</sub> до 255 <sub>(8)</sub> или от 0 <sub>(10)</sub> до 3 <sub>(10)</sub> и от 1 020 <sub>(10)</sub> до 1 023 <sub>(10)</sub>									
11	Уровни квантования <sup>(6)</sup> – Уровень черного $R', G', B', Y$ – Ахроматический уровень $C_B, C_R$ – Номинальный пиковый уровень – $R', G', B', Y$ – $C_B, C_R$	16 <sub>(8)</sub> или 64 <sub>(10)</sub> 128 <sub>(8)</sub> или 512 <sub>(10)</sub>  235 <sub>(8)</sub> или 940 <sub>(10)</sub> 16 <sub>(8)</sub> и 240 <sub>(8)</sub> или 64 <sub>(10)</sub> и 960 <sub>(10)</sub>									
12	Характеристики фильтра	См. Рекомендацию МСЭ-R ВТ.709									

(1) Первые активные цветоразностные отсчеты совмещены с первым активным отсчетом  $Y$ .

(2) Частота дискретизации должна быть синхронизирована с частотой строк. Допуск по частоте составляет  $\pm 0,001\%$ .

(3) Частота дискретизации  $C_B, C_R$  равна половине частоты дискретизации сигнала яркости.

(4) Через  $T$  обозначен период дискретизации сигнала яркости или величина, обратная частоте дискретизации.

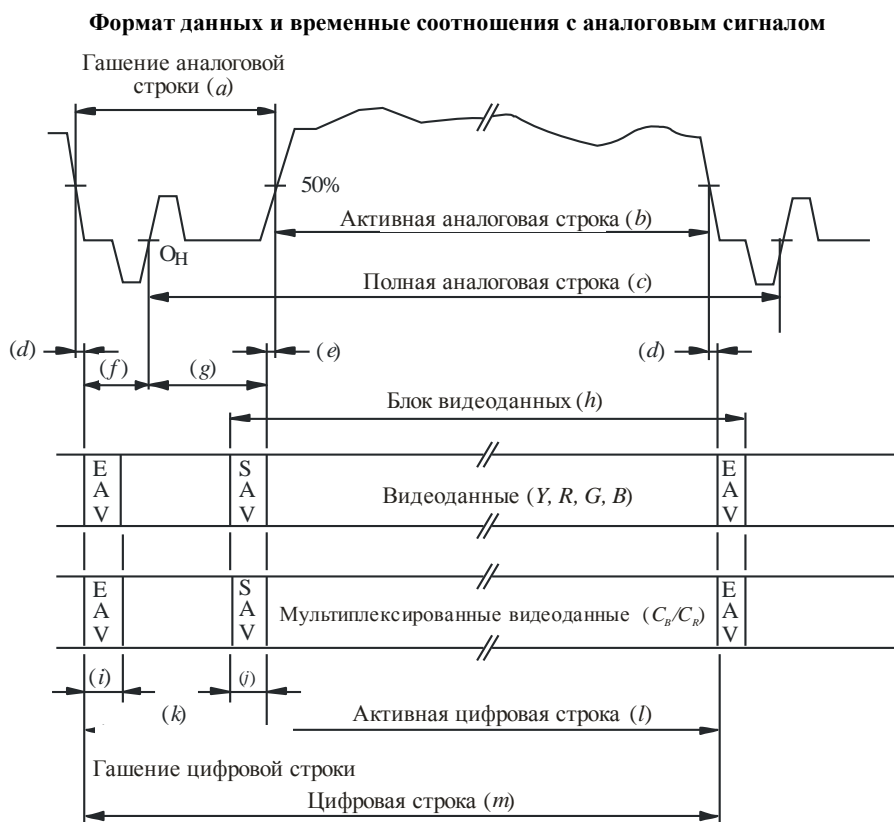
(5) Если в 10-битовой системе обрабатываются слова из 8 битов, то к 8-битовым словам добавляются два нулевых младших бита.

(6) Эти уровни относятся к точным номинальным уровням видеосигнала. Обработка сигнала может иногда привести к тому, что уровень сигнала выходит за эти пределы.

## 2.2 Временные соотношения между видеосигналом и аналоговым сигналом

Цифровая строка занимает  $m$  тактовых периодов. Она начинается на  $f$  тактовых периодов раньше опорного момента перехода ( $O_H$ ) аналогового синхросигнала в соответствующей строке. Активная цифровая строка начинается на  $g$  тактовых периодов после опорного момента перехода ( $O_H$ ). Значения  $m$ ,  $f$  и  $g$  представлены в таблице 3. Более подробно временные соотношения в интервале строки показаны на рис. 1 и в таблице 3.

РИСУНОК 1



ВТ.1120-01

Для систем с чересстрочной разверткой и с передачей сегментированных кадров начало цифрового поля/сегмента определяется позицией, указанной как начало цифровой строки. Более подробно временные соотношения в интервале поля/сегмента показаны на рис. 2а) и в таблице 4а).

Для систем с прогрессивной разверткой начало цифрового кадра определяется позицией, указанной как начало цифровой строки. Более подробно временные соотношения в интервале кадра показаны на рис. 2б) и в таблице 4б).

## 2.3 Коды опорных синхросигналов видеоданных (SAV и EAV)

Существуют два типа кодов опорных синхросигналов, один из которых подается в начале каждого блока видеоданных (SAV), а второй – в конце каждого блока видеоданных (EAV). Эти коды являются смежными с видеоданными и не прерываются на протяжении интервала гашения поля/кадра/сегмента, как показано на рис. 2.



ТАБЛИЦА 3

## Спецификация временных интервалов строки

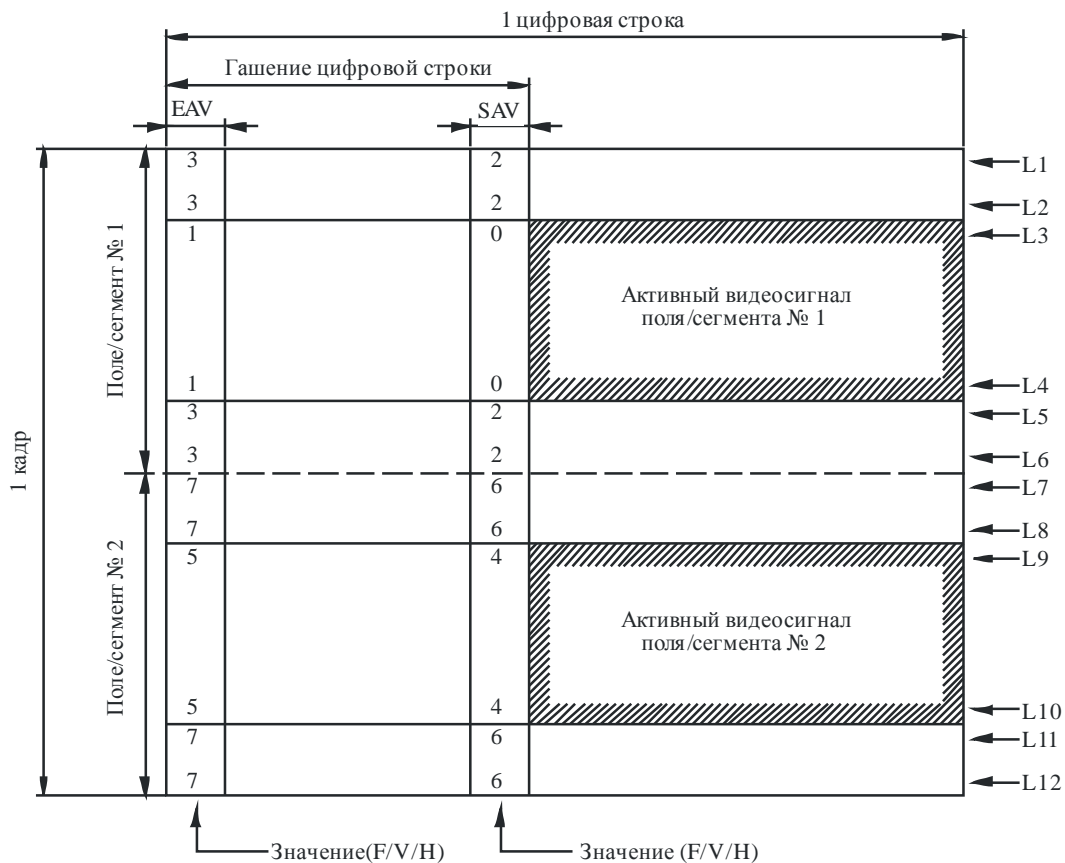
Символ	Параметр	Значение									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
	Количество активных отсчетов $Y$ на строку	1 920									
	Частота дискретизации сигнала яркости (МГц)	148,5 (148,5/ 1,001)	74,25 (74,25/1,001)		148,5	74,25			74,25 (74,25/1,001)		
<i>a</i>	Гашение аналоговой строки ( $T$ )	+12 280 -0			+12 280 -0			+12 280 -0			
<i>b</i>	Активная аналоговая строка ( $T$ )	+0 1 920 -12									
<i>c</i>	Полная аналоговая строка ( $T$ )	2 200			2 640			2 750			
<i>d</i>	Продолжительность интервала между окончанием активного аналогового видеосигнала и началом EAV ( $T$ )	0-6									
<i>e</i>	Продолжительность интервала между окончанием SAV и началом активного аналогового видеосигнала ( $T$ )	0-6									
<i>f</i>	Продолжительность интервала между началом EAV и опорным моментом аналоговой синхронизации $O_H$ ( $T$ )	88			528			638			
<i>g</i>	Продолжительность интервала между опорным моментом аналоговой синхронизации $O_H$ и окончанием SAV ( $T$ )	192									
<i>h</i>	Блок видеоданных ( $T$ )	1 928									
<i>i</i>	Продолжительность EAV ( $T$ )	4									
<i>j</i>	Продолжительность SAV ( $T$ )	4									
<i>k</i>	Гашение цифровой строки ( $T$ )	280			720			830			
<i>l</i>	Активная цифровая строка ( $T$ )	1 920									
<i>m</i>	Цифровая строка ( $T$ )	2 200			2 640			2 750			

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения параметров для аналоговых спецификаций, выраженные символами  $a$ ,  $b$  и  $c$ , обозначают номинальные величины.

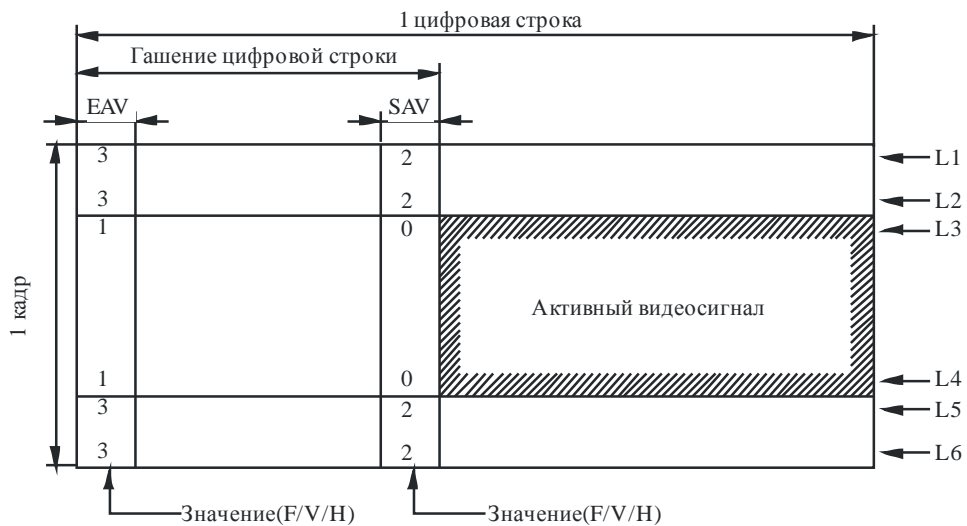
ПРИМЕЧАНИЕ 2. –  $T$  обозначает длительность тактового импульса сигнала яркости или величину, обратную частоте дискретизации сигнала яркости.

РИСУНОК 2

## Коды опорных синхросигналов видеоданных (SAV и EAV)



а) Временные соотношения в поле сегменте для систем с чересстрочной разверткой и систем с сегментированными кадрами



б) Временные соотношения в кадре для систем с прогрессивной разверткой

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения (F/V/H) для EAV и SAV указывают статус битов для F, V и H таким образом что трехбитовое слово, составленное из F, V и H, является двоичным числом в десятичной системе счисления (F соответствует биту MSB, а H – биту LSB). Например, значение 3 представляет биты F = 0, V = 1 и H = 1.

ВТ.1120-02

Каждый код представляет собой последовательность из четырех слов. Распределение битов в слове показано в таблице 5. Первые три слова – это фиксированная преамбула, а четвертое слово содержит информацию, которая определяет идентификацию поля (F), интервал гашения поля/кадра (V) и интервал гашения строки (H). В 8-битовом варианте используются биты с номерами с 9-го по 2-й включительно.

Биты F и V изменяют статус синхронно с EAV в начале цифровой строки.

Значения защитных битов с P<sub>0</sub> по P<sub>3</sub> зависят от F, V и H, как показано в таблице 6. Такое распределение битов позволяет корректировать однобитовые ошибки и обнаруживать двухбитовые ошибки в приемнике, но только в 8 старших битах, как показано в таблице 7.

ТАБЛИЦА 4

**а) Параметры синхронизации в интервале поля/сегмента для систем с чересстрочной разверткой и систем с сегментированными кадрами**

Символ	Определение	Номер цифровой строки интерфейса
	Количество активных строк	1 080
L1	Первая строка поля/сегмента № 1	1
L2	Последняя строка гашения цифрового поля/сегмента № 1	20
L3	Первая строка поля/сегмента № 1 активного изображения	21
L4	Последняя строка поля/сегмента № 1 активного видеосигнала	560
L5	Первая строка гашения цифрового поля/сегмента № 2	561
L6	Последняя строка поля/сегмента № 1	563
L7	Первая строка поля/сегмента № 2	564
L8	Последняя строка гашения цифрового поля/сегмента № 2	583
L9	Первая строка поля/сегмента № 2 активного видеосигнала	584
L10	Последняя строка поля/сегмента № 2 активного видеосигнала	1 123
L11	Первая строка гашения цифрового поля/сегмента № 1	1 124
L12	Последняя строка поля/сегмента № 2	1 125

ПРИМЕЧАНИЕ. – Под гашением цифрового поля/сегмента № 1 имеется в виду период гашения поля/сегмента, расположенного перед активным видеосигналом поля сегмента № 1, а гашение цифрового поля/сегмента № 2 означает период гашения цифрового поля/сегмента, расположенного перед активным видеосигналом поля/сегмента № 2.

**б) Параметры синхронизации в кадре для систем с прогрессивной разверткой**

Символ	Определение	Номер цифровой строки интерфейса
	Количество активных строк	1 080
L1	Первая строка кадра	1
L2	Последняя строка гашения цифрового кадра	41
L3	Первая строка активного видеосигнала	42
L4	Последняя строка активного видеосигнала	1 121
L5	Первая строка гашения цифрового кадра	1 122
L6	Последняя строка кадра	1 125

ТАБЛИЦА 5

## Распределение битов для кодов опорных синхросигналов

Слово	Номер бита									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
Первое	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Второе	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Третье	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Четвертое	1	F	V	H	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	0	0
Система с чересстрочной разверткой и сегментированными кадрами	F = 1 во время поля/сегмента № 2 = 0 во время поля/сегмента № 1		V = 1 во время гашения поля/сегмента = 0 в другое время			H = 1 в сигнале EAV = 0 в сигнале SAV				
Система с прогрессивной разверткой	F = 0		V = 1 во время гашения кадра = 0 в другое время			H = 1 в сигнале EAV = 0 в сигнале SAV				

ПРИМЕЧАНИЕ. – Биты P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> в четвертом слове являются защитными битами (см. таблицу 6).

ТАБЛИЦА 6

## Биты защиты для SAV и EAV

Бит 9 (фикс.)	Статус битов SAV/EAV			Биты защиты				1 (фикс.)	0 (фикс.)
	8 (F)	7 (V)	6 (H)	5 (P <sub>3</sub> )	4 (P <sub>2</sub> )	3 (P <sub>1</sub> )	2 (P <sub>0</sub> )		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0

ТАБЛИЦА 7

Коррекция ошибок с использованием битов защиты (P<sub>3</sub>-P<sub>0</sub>)

Принятые биты 5-2 для P <sub>3</sub> -P <sub>0</sub>	Принятые биты 8-6 для F, V и H							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	000	000	000	-	000	-	-	111
0001	000	-	-	111	-	111	111	111
0010	000	-	-	011	-	101	-	-
0011	-	-	010	-	100	-	-	111
0100	000	-	-	011	-	-	110	-
0101	-	001	-	-	100	-	-	111
0110	-	011	011	011	100	-	-	011
0111	100	-	-	011	100	100	100	-
1000	000	-	-	-	-	101	110	-
1001	-	001	010	-	-	-	-	111
1010	-	101	010	-	101	101	-	101
1011	010	-	010	010	-	101	010	-
1100	-	001	110	-	110	-	110	110
1101	001	001	-	001	-	001	110	-
1110	-	-	-	011	-	101	110	-
1111	-	001	010	-	100	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Применяемая коррекция ошибок позволяет реализовать функцию DEDSEC (обнаружение двойной ошибки – коррекция одинарной ошибки). Принятые биты, обозначенные в таблице как "-", если обнаружены, означают, что ошибка обнаружена, но не может быть исправлена.

## 2.4 Вспомогательные данные

Вспомогательные данные могут быть при желании включены в интервалы гашения цифрового интерфейса в соответствии с положениями настоящей Рекомендации. Вспомогательные сигналы должны отвечать общим правилам Рекомендации МСЭ-R ВТ.1364.

Горизонтальный интервал гашения между окончанием кодовых слов обнаружения ошибок и началом SAV может быть использован для передачи пакетов вспомогательных данных.

Пакеты вспомогательных данных могут передаваться во время вертикального интервала гашения между окончанием SAV и началом EAV следующим образом:

- в системе с прогрессивной разверткой во время строк от 1 до 41 включительно и от 1122 до 1125 включительно;
- в системе с чересстрочной разверткой во время строк от 1 до 20 включительно и от 561 до 583 включительно, а также от 1124 до 1125 включительно;

- в любой строке за пределами вертикальных границ изображения, как отмечено выше, не используемой для передачи сигналов в вертикальном интервале гашения, которая может быть представлена в аналоговой области прямым (цифро-аналоговым) преобразованием;
- пакеты вспомогательных данных не должны размещаться в области, которая может быть затронута переключением, как показано в таблице 2 Прилагаемого документа 3 к Приложению 1 Рекомендации МСЭ-R ВТ.1364.

## 2.5 Слова данных во время гашения

Слова данных, появляющиеся во время цифровых интервалов гашения, если они не используются для кодов опорных синхросигналов (SAV и EAV), данных номера строки, кодов обнаружения ошибки или для передачи вспомогательных данных (ANC), заполняются словами, соответствующими указанным ниже уровням гашения и надлежащим образом размещаемым в мультиплексных данных:

$64_{(10)}$  для сигналов  $Y, R', G', B'$ ;

$512_{(10)}$  для сигналов  $C_B, C_R$  (мультиплексный цветоразностный сигнал с разделением по времени).

## 3 Параллельный интерфейс

Параллельный интерфейс, описанный в предыдущих версиях данной Рекомендации, больше не используется и признан устаревшим.

## 4 Последовательный интерфейс

### 4.1 Формат данных

Последовательные данные состоят из видеоданных, кодов опорных синхросигналов видеоданных, данных о номере строки, кодов обнаружения ошибки, вспомогательных данных и данных гашения. Все данные состоят из 10-битовых слов и до преобразования в последовательную форму передаются параллельно. Два параллельных потока (то есть данные сигнала яркости  $Y$  и данные цветоразностных сигналов  $C_B/C_R$ ) мультиплексируются и преобразуются в последовательные данные в соответствии с п. 4.2.

#### 4.1.1 Видеоданные

Видеоданные должны быть 10-битовыми словами, представляющими сигналы  $Y, C_B/C_R$  видеосистем, определенных в п. 1.

#### 4.1.2 Коды опорных синхросигналов

Коды опорных синхросигналов, SAV и EAV, имеют такой же формат, как и определенный в п. 2.

#### 4.1.3 Данные о номере строки интерфейса

Данные о номере строки состоят из двух слов, указывающих номер строки. Распределение битов в данных о номере строки показано в таблице 8. Данные о номере строки должны располагаться сразу же после EAV.

ТАБЛИЦА 8

## Распределение битов в данных о номере строки

Слово	b9 (MSB)	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
LN0	He b8	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	R	R
LN1	He b8	R	R	R	L10	L9	L8	L7	R	R

L0 (LSB) – L10 (MSB) – номер строки в двоичном коде.

R – зарезервирован (установлен на нуль).

## 4.1.4 Коды с обнаружением ошибок

Коды с обнаружением ошибок, коды с циклической проверкой по избыточности (CRC), которые используются для обнаружения ошибок в активной цифровой строке, EAV и данных о номере строки, состоят из двух слов и определяются следующим уравнением полиномиального генератора:

$$EDC(x) = x^{18} + x^5 + x^4 + 1.$$

Исходное значение кода задано равным нулю. Вычисление начинается с первого слова активной цифровой строки и заканчивается на последнем слове данных о номере строки. Вычисляются два кода с обнаружением ошибок – один для данных сигнала яркости (YCR), а другой для данных цветоразностных сигналов (CCR). Распределение битов в кодах с обнаружением ошибок показано в таблице 9. Коды с обнаружением ошибок должны располагаться сразу же после данных о номере строки.

ТАБЛИЦА 9

## Распределение битов в кодах с обнаружением ошибок

Слово	b9 (MSB)	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
YCR0	He b8	CRC8	CRC7	CRC6	CRC5	CRC4	CRC3	CRC2	CRC1	CRC0
YCR1	He b8	CRC17	CRC16	CRC15	CRC14	CRC13	CRC12	CRC11	CRC10	CRC9
CCR0	He b8	CRC8	CRC7	CRC6	CRC5	CRC4	CRC3	CRC2	CRC1	CRC0
CCR1	He b8	CRC17	CRC16	CRC15	CRC14	CRC13	CRC12	CRC11	CRC10	CRC9

ПРИМЕЧАНИЕ. – CRC0 является старшим значащим битом кодов с обнаружением ошибок.

## 4.1.5 Вспомогательные данные

Вспомогательные данные должны соответствовать правилам, указанным в п. 2.4.

## 4.1.6 Данные гашения

Слова данных гашения, появляющиеся во время интервалов гашения, которые не используются для SAV, EAV, данных о номере строки, кодов с обнаружением ошибок и вспомогательных данных, должны быть заполнены 10-битовыми словами, как указано в п. 2.5.

### 4.2 Формат передачи

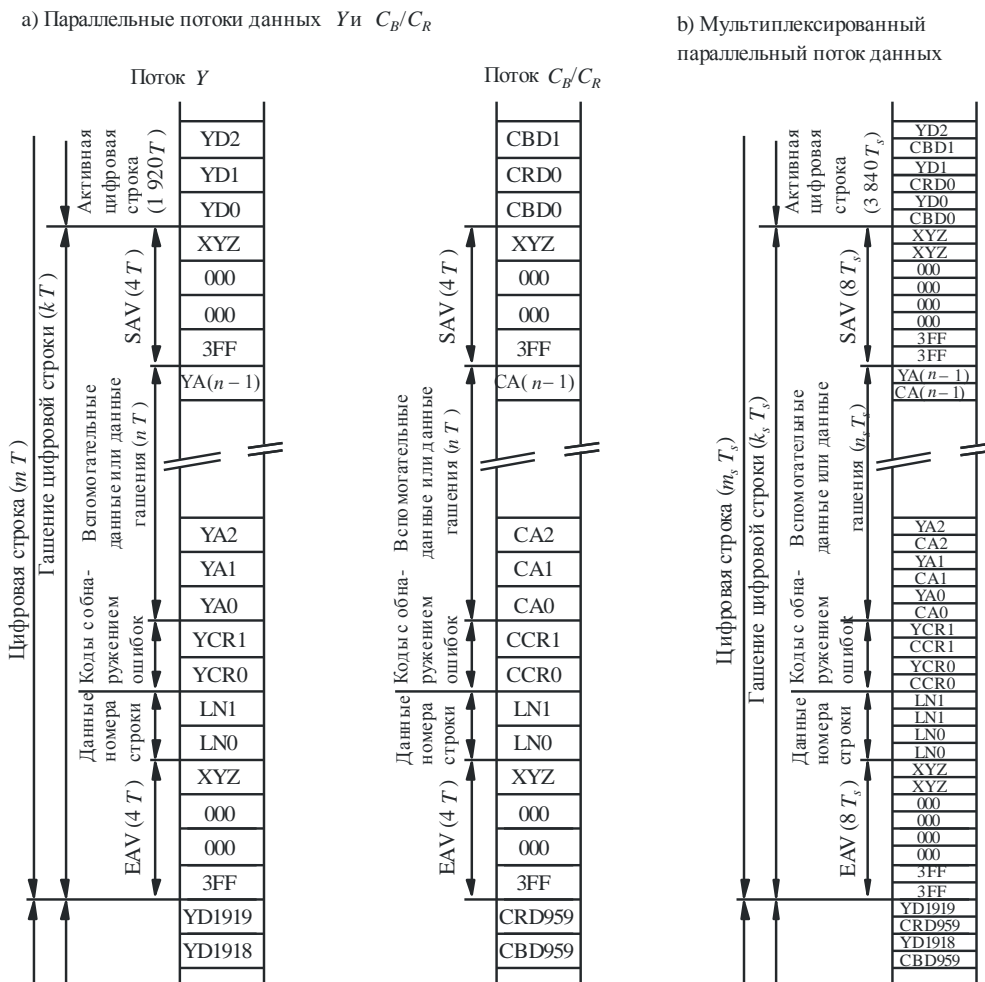
Два параллельных потока данных передаются по одному каналу в последовательной форме после того, как выполнено мультиплексирование слов данных, преобразование из параллельной формы в последовательную и скремблирование.

#### 4.2.1 Мультиплексирование слов данных

Два параллельных потока должны мультиплексироваться слово за словом и сформироваться в один 10-битовый параллельный поток в следующем порядке:  $C_B, Y, C_R, Y, C_B, Y, C_R, Y...$  (см. рис. 3 и таблицу 11).

РИСУНОК 3

Преобразование потоков данных



- YD0 – Yd1919 – цифровые данные сигнала яркости  $Y$
- CBD0 – CBD959 – цифровые данные цветоразностного сигнала  $C_B$
- CRD0 – CRD959 – цифровые данные цветоразностного сигнала  $C_R$
- YA0 – YA(n-1) – вспомогательные данные или данные гашения в потоке  $Y$
- CA0 – CA(n-1) – вспомогательные данные или данные гашения в потоке  $C_B/C_R$

Для систем 50/P или 60/P доступен также альтернативный формат. См. пп. 4.5 и 4.6.



#### 4.2.2 Преобразование в последовательную форму

Младший значащий бит (LSB) каждого 10-битового слова в параллельном потоке мультиплексных слов должен передаваться первым в последовательном формате.

#### 4.2.3 Кодирование канала

Схема кодирования канала должна быть скремблированной инвертированной схемой без возврата к нулю (NRZI). Преобразованный в последовательную форму поток данных должен скремблироваться с применением следующего уравнения полиномиального генератора:

$$G(x) = (x^9 + x^4 + 1) (x + 1).$$

Сигнал на входе скремблера должен быть логически положительным. (Высокий уровень напряжения соответствует единице данных, а низкий – нулю данных.)

#### 4.2.4 Последовательные тактовые импульсы

ТАБЛИЦА 10

Частоты последовательных тактовых импульсов

Параметр	Значение									
	60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
Частота последовательных тактовых импульсов (ГГц)	1,485 для двухканального режима 2,97 для одноканального режима (2,97/1,001)	1,485 (1,485/1,001)			1,485 для двухканального режима 2,97 для одноканального режима		1,485			1,485 (1,485/1,001)

ТАБЛИЦА 11

## Параметры синхронизации потока данных (см. рис. 3)

Символ	Параметр	Значение									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
$T$	Период параллельных тактовых импульсов (нс)	1 000/148,5 (1 001/148,5)	1 000/74,25 (1 001/74,25)		1 000/148,5	1 000/74,25			1 000/74,25 (1 001/74,25)		
$T_s$	Период синхронизации мультиплексного параллельного потока	$T/2$									
$m$	Цифровая строка в параллельном потоке данных	2 200			2 640			2 750			
$k$	Гашение цифровой строки в параллельном потоке данных	280			720			830			
$n$	Вспомогательные данные или данные гашения в параллельном потоке данных	268			708			818			
$m_s$	Цифровая строка в мультиплексном параллельном потоке данных	4 400			5 280			5 500			
$k_s$	Гашение цифровой строки в мультиплексном параллельном потоке данных	560			1 440			1 660			
$n_s$	Вспомогательные данные или данные гашения в мультиплексном параллельном потоке данных	536			1 416			1 636			

#### 4.2.5 Последовательное цифровое контрольное поле

В Приложении 2 описываются цифровые испытательные сигналы, используемые для установления синхронизма между системой кабельной коррекции и системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

#### 4.2.6 Идентификатор полезной информации

Идентификатор полезной информации является необязательным при одном интерфейсе 1,5 Гбит/с при передаче в системах, которые соответствуют Рекомендации ВТ.709, и обязательным в других случаях, в том числе при одном интерфейсе 3 Гбит/с и двухканальном интерфейсе 1,5 Гбит/с, и, если он имеется, он должен быть вставлен в горизонтальное пространство для вспомогательных данных канала Y. Зарезервированные значения должны быть установлены на нуль, если не оговорено иное.

Этот идентификатор полезной информации должен соответствовать формату данных идентификатора нагрузки, определенному в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1614. Если имеется 4-байтовый идентификатор полезной информации, то он должен быть размещен в горизонтальной области гашения интерфейса, следуя сразу за последовательностью слов EAV-LN-CRC.

Для цифровых интерфейсов, имеющих 1125 строк, с чересстрочной разверткой (I) и прогрессивной разверткой с сегментированными кадрами (PsF) пакет вспомогательных данных должен быть добавлен один раз в каждом поле канала Y. При наличии пространства для вспомогательных данных рекомендуется располагать пакет вспомогательных данных в следующих строках:

1125/I (поле 1): строка 10;  
1125/I (поле 2): строка 572.

Указанные номера строк также применимы к двухканальному интерфейсу HD-SDI при использовании чересстрочной развертки и прогрессивной развертки с сегментированными кадрами.

Для цифровых интерфейсов, имеющих 1125 строк, с прогрессивной разверткой (P) пакет вспомогательных данных должен быть добавлен один раз в каждом кадре канала Y. При наличии пространства для вспомогательных данных рекомендуется располагать пакет вспомогательных данных в следующей строке:

1125P: строка 10.

ТАБЛИЦА 12А

#### Определения идентификатора полезной информации для 1080-строчных видеосигналов на последовательном цифровом интерфейсе 1,5 Гбит/с (номинальное значение)

Биты	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Бит 7	1	Транспортировка: чересстрочная (0) или прогрессивная (1)	Колориметрия	Зарезервирован (0)
Бит 6	0	Изображение: чересстрочная (0) или прогрессивная (1) развертка	Количество пикселей по горизонтали 1 920 (0) Зарезервирован (1)	Зарезервирован (0)
Бит 5	0	Характеристики передачи сигнала SDR-TV (0h)	Формат изображения 16:9 (1), неизвестен (0)	Зарезервирован (0)
Бит 4	0	HLG (1h) PQ (2h) Не определено (3h)	Колориметрия	Сигнал яркости и цветоразностной сигнал NCL Y', C'B, C'R (0), CI I, CT, CP (1)
Бит 3	0	Частоты кадров 25 Гц (5h), 24/1,001 Гц (2h), 30/1,001 Гц (6h), 24 Гц (3h) Другие значения зарезервированы	Структура дискретизации 4:2:2 Y', C'B, C'R или I, CT, CP (0h) Другие значения зарезервированы	Зарезервирован (0)
Бит 2	1			Зарезервирован (0)
Бит 1	0			Разрядность узкий 8-битовый диапазон (0h) узкий 10-битовый диапазон (1h) зарезервирован (2h) полный 10-битовый диапазон (3h)
Бит 0	1			

**Байт 1**

Должен иметь значение (85h) для 1,5 Гбит/с.

**Байт 2**

Второй байт должен использоваться для определения частоты кадров, а также структуры изображения и транспортировки.

Бит b7 должен использоваться для идентификации того, использует ли цифровой интерфейс прогрессивную или чересстрочную структуру транспортировки:

- (0) чересстрочная структура транспортировки;
- (1) прогрессивная структура транспортировки.

Бит b6 должен использоваться для идентификации того, имеет ли изображение прогрессивную или чересстрочную структуру развертки изображения:

- (0) чересстрочная структура развертки;
- (1) прогрессивная структура развертки.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Полезная видеоинформация систем PsF идентифицируется изображением с прогрессивной разверткой, передаваемым посредством чересстрочного цифрового интерфейса. При транспортировке передаются полезные видеосигналы в качестве первого и второго сегмента изображения в течение длительности кадра транспортировки. Эти первый и второй сегменты изображения обозначаются первым и вторым индикаторами поля при транспортировании через сетевой интерфейс.

Биты от b5 до b4 должны использоваться для идентификации транспортной структуры:

- (0h) SDR-TV, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) HLG, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (2h) PQ, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (3h) не определено.

Биты от b3 до b0 должны использоваться для идентификации частоты кадров в герцах, при этом они должны быть ограничены значениями частоты кадров, определенными в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100:

- (2h) идентифицирует 24/1,001 кадра/с;
- (3h) идентифицирует 24 кадра/с;
- (5h) идентифицирует 25 кадров/с;
- (6h) идентифицирует 30/1,001 кадра/с.

**Байт 3**

Третий байт должен использоваться для идентификации формата изображения, колориметрии и структуры дискретизации полезной видеонагрузки.

Биты b7 и b4 должны использоваться для идентификации колориметрии:

- (0h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) зарезервировано;
- (2h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020;
- (3h) неизвестно.

Бит b6 должен использоваться для идентификации количества пикселей по горизонтали:

- (0) 1920 пикселей;
- (1) зарезервирован.

Бит b5 должен использоваться для идентификации формата изображения:

- (0) формат изображения неизвестен;
- (1) изображение 16:9.

Биты от b3 до b0 байта 3 должны использоваться для идентификации структуры дискретизации. В настоящей Рекомендации значение ограничено (0h).

#### Байт 4

Четвертый байт должен использоваться для идентификации применения специфических аспектов полезной видеонагрузки.

Биты от b7 до b5 зарезервированы и установлены в (0).

Бит b4 должен использоваться для идентификации формата сигналов яркости/цветоразностных сигналов:

- (0) непостоянная яркость  $Y'C'_BC'_R$ ;
- (1) постоянная интенсивность  $IC_T C_P$ .

Биты от b3 до b2 зарезервированы и установлены в (0).

Биты от b1 до b0 должны использоваться для идентификации разрядности и узкого диапазона кодирования.

- (0h) идентифицирует 8 битов на выборку в узком диапазоне кодирования;
- (1h) идентифицирует 10 битов на выборку в узком диапазоне кодирования;
- (3h) идентифицирует 10 битов на выборку в полном диапазоне кодирования.

Другие значения зарезервированы.

ТАБЛИЦА 12В

#### Определения идентификатора полезной информации для 1080-строчных видеосигналов на последовательном цифровом интерфейсе 3 Гбит/с<sup>2</sup> (номинальное значение)

Биты	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Бит 7	1	Транспортировка: чересстрочная (0) или прогрессивная (1)	Формат изображения 16:9 (1), неизвестен (0)	Зарезервирован (0)
Бит 6	0	Изображение: чересстрочная (0) или прогрессивная (1) развертка	Количество пикселей по горизонтали 1 920 (0) Зарезервирован (1)	Зарезервирован (0)
Бит 5	0	Характеристики передачи сигнала SDR-TV (0h) HLG (1h) PQ (2h) Не определено (3h)	Колориметрия Рекомендация МСЭ-R ВТ.709 (0h) Зарезервирован (1h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020 (2h) Неизвестно (3h)	Зарезервирован (0)
Бит 4	0		Сигнал яркости и цветоразностной сигнал NCL $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ (0), $C_I$ , $C_T$ , $C_P$ (1)	
Бит 3	1	Частоты кадров 50 Гц (9h), 60/1,001 Гц (Ah), 60 Гц (Bh) Другие значения зарезервированы	Структура дискретизации 4:2:2 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (0h) Другие значения зарезервированы	Зарезервирован (0)
Бит 2	0			Зарезервирован (0)
Бит 1	0			Разрядность полный 10-битовый диапазон (0h) узкий 10-битовый диапазон (1h) Другие значения зарезервированы
Бит 0	1			

<sup>2</sup> Цифровая скорость 3 Гбит/с – это типичное терминологическое значение; фактическая скорость составляет 2,97 Гбит/с и 2,97/1,001 Гбит/с.

**Байт 1** должен иметь значение (89h) для 3 Гбит/с.

### **Байт 2**

Второй байт должен использоваться для определения частоты кадров, а также структуры изображения и транспортировки.

Бит b7 должен использоваться для идентификации транспортной структуры (прогрессивной или чересстрочной), используемой цифровым интерфейсом:

- (0) чересстрочная транспортировка;
- (1) прогрессивная транспортировка.

Бит b6 должен использоваться для идентификации развертки изображения (прогрессивной или чересстрочной):

- (0) чересстрочная развертка;
- (1) прогрессивная развертка.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Полезная видеоинформация систем PsF идентифицируется изображением с прогрессивной разверткой, передаваемым посредством чересстрочного цифрового интерфейса. При транспортировке передаются (с прогрессивной разверткой) полезные видеосигналы в качестве первого и второго сегмента изображения в течение длительности кадра транспортировки. Эти первый и второй сегменты изображения обозначаются первым и вторым индикаторами поля при транспортировке через цифровой интерфейс.

Биты от b5 до b4 должны использоваться для идентификации транспортной структуры:

- (0h) SDR-TV, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) HLG, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (2h) PQ, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (3h) не определено.

Биты от b3 до b0 должны использоваться для идентификации частоты кадров в герцах, при этом они должны быть ограничены значениями частоты кадров, определенными в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100:

- (9h) идентифицирует 50 кадров/с;
- (Ah) идентифицирует 60/1,001 кадра/с;
- (Bh) идентифицирует 60 кадров/с.

### **Байт 3**

Третий байт должен использоваться для идентификации формата изображения, колориметрии и структуры дискретизации полезной видеонагрузки.

Бит b7 должен использоваться для идентификации формата изображения:

- (0) формат изображения неизвестен;
- (1) изображение 16:9.

Бит b6 должен использоваться для идентификации количества пикселей по горизонтали:

- (0) 1920 пикселей;
- (1) зарезервирован.

Биты от b5 до b4 байта 3 должны использоваться для идентификации колориметрии:

- (0h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) зарезервировано;
- (2h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020;
- (3h) неизвестно.

Биты от b3 до b0 байта 3 должны использоваться для идентификации структуры дискретизации. В настоящей Рекомендации значение ограничено (0h).

**Байт 4**

Биты от b7 до b5 зарезервированы и установлены в (0).

Бит b4 должен использоваться для идентификации формата сигналов яркости/цветоразностных сигналов:

(0) непостоянная яркость  $Y' C'_B C'_R$ ;

(1) постоянная интенсивность  $I C_T C_P$ .

Биты b3 и b2 зарезервированы и установлены в (0).

Биты от b1 до b0 должны использоваться для идентификации разрядности и узкого/полного диапазона кодирования:

(0h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в полном диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100;

(1h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в узком диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100.

Другие значения зарезервированы.

**4.3 Коаксиальные кабельные интерфейсы**

Коаксиальные кабельные интерфейсы связывают один источник и один адресат. Коаксиальные кабельные интерфейсы определяют характеристики линейного драйвера (источника), линейного приемника (адресата), линии передачи и разъемов.

**4.3.1 Характеристики линейного драйвера (источника)**

В таблице 13 указаны характеристики линейного драйвера. Линейный драйвер должен иметь несбалансированную выходную цепь.

ТАБЛИЦА 13

## Характеристики линейного драйвера

№ п/п	Параметр	Значение	
		1,485 Гбит/с	2,97 Гбит/с
1	Выходное сопротивление	75 Ом номинальное	
2	Смещение постоянной составляющей <sup>(1)</sup>	0,0 В ± 0,5 В	
3	Амплитуда сигнала <sup>(2)</sup>	800 мВ <sub>в размахе</sub> ± 10%	
4	Потери на отражение	≥ 15 дБ <sup>(3)</sup> , ≥ 10 дБ <sup>(4)</sup>	
5	Время нарастания и спада сигнала <sup>(5)</sup>	< 270 пс (от 20% до 80%)	< 135 пс (от 20% до 80%)
6	Разница между временем нарастания и временем спада	≤ 100 пс	≤ 50 пс
7	Выходное фазовое дрожание <sup>(6)</sup>	$f_1 = 10$ Гц $f_3 = 100$ кГц $f_4 = 1/10$ тактовой частоты $A1 = 1$ UI (UI – единичный интервал) $A2 = 0,2$ UI	$f_1 = 10$ Гц $f_3 = 100$ кГц $f_4 = 1/10$ тактовой частоты $A1 = 2$ UI $A2 = 0,3$ UI

(1) Определяется на уровне средней точки амплитуды сигнала.

(2) Измерено на резистивной нагрузке 75 Ом, присоединенной с помощью коаксиального кабеля длиной 1 м.

(3) В полосе частот от 5 МГц до  $f_c/2$  ( $f_c$  – частота последовательных тактовых импульсов).

(4) В полосе частот от  $f_c/2$  до  $f_c$ .

(5) Определено между точками на уровне 20% и 80% от амплитуды сигнала и измерено на резистивной нагрузке 75 Ом. Выбросы нарастающих и спадающих фронтов сигнала не должны превышать 10% от амплитуды.

(6) 1 UI соответствует  $1/f_c$ . Параметры фазового дрожания и методы измерения фазового дрожания должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R ВТ.1363 – Спецификация параметров фазового дрожания и методы его измерения для последовательных сигналов, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R ВТ.656, МСЭ-R ВТ.799 и МСЭ-R ВТ.1120.

Размах амплитуды сигнала на выходе, обусловленный наличием значительной постоянной составляющей в сигналах на горизонтальной строке (патологические сигналы), не должен выходить за пределы, ограниченные 50 мВ выше или ниже средней амплитуды огибающей сигнала (в размахе). (Фактически эта спецификация определяет минимальные временные параметры связи на выходе.)

#### 4.3.2 Характеристики линейного приемника (адресата)

В таблице 14 указываются характеристики линейного приемника. Линейный приемник должен иметь несбалансированную входную цепь. Он должен правильно распознавать принятые данные, будучи присоединенным к линейному драйверу, работающему на предельных напряжениях, указанных в п. 4.3.1, а также при соединении с помощью кабеля, имеющего наилучшие параметры из допустимых согласно п. 4.3.3.



ТАБЛИЦА 14

## Характеристики линейного приемника

№ п/п	Параметр	Значение	
1	Входное сопротивление	75 Ом номинальное	
2	Потери на отражение	$\geq 15$ дБ <sup>(1)</sup> , $\geq 10$ дБ <sup>(2)</sup>	
3	Мешающий сигнал <sup>(3)</sup>	$\pm 2,5$ В <sub>макс.</sub>	Постоянная составляющая (DC)
		$< 2,5$ В <sub>в размахе</sub>	Ниже 5 кГц
		$< 100$ мВ <sub>в размахе</sub>	От 5 кГц до 27 МГц
		$< 40$ мВ <sub>в размахе</sub>	Выше 27 МГц

(1) В полосе частот от 5 МГц до  $f_c/2$ .

(2) В полосе частот от  $f_c/2$  до  $f_c$ .

(3) Эти значения приведены в качестве ориентира.

## 4.3.3 Характеристики линии передачи

Соответствующие характеристики приведены в таблице 15.

ТАБЛИЦА 15

## Характеристики линии передачи

№ п/п	Параметр	Значение	
1	Потери передачи <sup>(1)</sup>	$\leq 20$ дБ на 1/2 тактовой частоты	
2	Потери на отражение	$\geq 15$ дБ <sup>(2)</sup> , $\geq 10$ дБ <sup>(3)</sup>	
3	Сопротивление	75 Ом номинальное	

(1) Характеристики потерь имеют вид  $\sqrt{f}$ .

(2) В полосе частот от 5 МГц до  $f_c/2$ .

(3) В полосе частот от  $f_c/2$  до  $f_c$ .

## 4.3.4 Разъем

Штыревая и гнездовая части разъема должны представлять собой байонетный коннектор (BNC) 75 Ом, как указано в ИЕС 61169-8, часть 8, Приложение А.

## 4.4 Интерфейсы волоконно-оптических кабелей

Оптические интерфейсы должны использовать только одномодовый режим работы и должны отвечать общим правилам Рекомендации МСЭ-R ВТ.1367 – Цифровая оптоволоконная система последовательной передачи сигналов, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R ВТ.656, МСЭ-R ВТ.799 и МСЭ-R ВТ.1120.

Для применения настоящей Рекомендации необходимыми являются следующие спецификации:

№ п/п	Параметр	Значение	
		1,485 Гбит/с	2,97 Гбит/с
1	Время нарастания и спада сигнала	< 270 пс (от 20% до 80%)	< 135 пс (от 20% до 80%)
2	Фазовое дрожание на выходе <sup>(1)</sup>	$f_1 = 10$ Гц $f_3 = 100$ кГц $f_4 = 1/10$ тактовой частоты $A1 = 1$ UI (UI – единичный интервал) $A2 = 0,2$ UI	$f_1 = 10$ Гц $f_3 = 100$ кГц $f_4 = 1/10$ тактовой частоты $A1 = 2$ UI $A2 = 0,3$ UI

<sup>(1)</sup> Спецификации фазового дрожания и методы измерения фазового дрожания должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R ВТ.1363. Фазовое дрожание на входе измеряется с помощью короткого кабеля (2 м).

#### 4.5 Последовательный интерфейс для двухканального режима работы 60/P и 50/P

Такой интерфейс состоит из двух однонаправленных соединений между двумя устройствами. По таким соединениям передаются данные, соответствующие телевизионному сигналу высокой четкости (ТВЧ), и связанные с ним данные. Эти два соединения называются линией А и линией В. Термин "линия" использован для определения последовательного потока данных, форматированного в соответствии со спецификацией, описанной в п. 4. Суммарная скорость передачи данных двухканального интерфейса составляет 2,970 Гбит/с или 2,970/1,001 Гбит/с.

##### 4.5.1 Нумерация отсчетов сигнала источника

Каждая строка компоненты  $Y$  состоит из 2640 (50/P) или 2200 (60/P) отсчетов, а каждая строка компонент  $C_B$  и  $C_R$  состоит из 1320 (50/P) или 1100 (60/P) отсчетов, как показано в таблице 2. Эти отсчеты обозначаются номерами 0–2639 или 0–2199 для компоненты  $Y$  и номерами 0–1319 или 0–1099 для компонент  $C_B$  и  $C_R$ , а отдельным отсчетам присваиваются индексы, например отсчет  $Y135$  или отсчет  $C_B429$ .

##### 4.5.2 Поток данных интерфейса и структура мультиплексного сигнала

Данные изображения делятся на два потока данных, передаваемых по линиям А и В. Последовательный поток данных в одной линии содержит два канала – первый (канал  $Y$ ) и второй (канал  $C_B/C_R$ ). Данные направляются в эти каналы. Термин "канал" предназначается для определения того, как используются первый и второй каналы линии.

Размещение данных, полученных в виде структуры дискретизации изображения 4:2:2, показано на рис. 4 и 5. Каждая строка исходного изображения попеременно размещается в линиях А и В двухканального интерфейса.

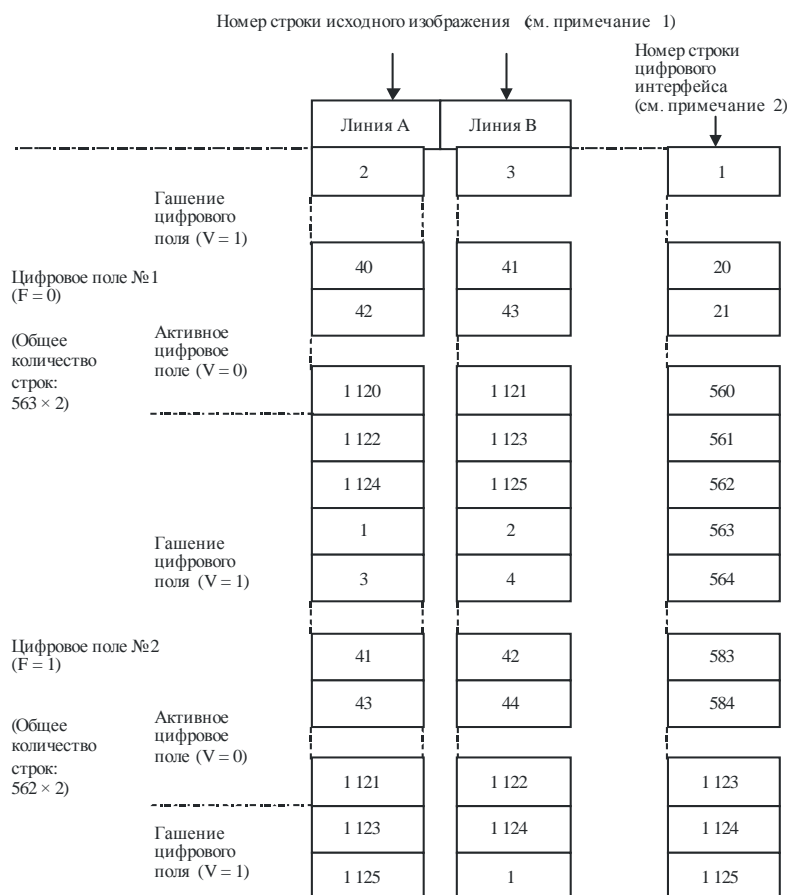
##### 4.5.3 Опорные синхросигналы и номера строк

Биты F (поле/кадр), V (вертикальный), H (горизонтальный) и номера строк интерфейса в линии А и линии В должны быть такими, как показано на рис. 4.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В данном процессе на каждом интерфейсе требуется буферизация с минимальной продолжительностью в одну горизонтальную строку, в результате чего получается, что минимальное время задержки передачи составляет две горизонтальные строки.

РИСУНОК 4

## Нумерация и пакетирование строк двухканального интерфейса



ВТ.1120-04

Примечания к рис. 4:

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – 1125 номеров строк прогрессивной развертки, как определено в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – 1125 номеров цифровых строк чересстрочной развертки определены в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709. Номером строки при прохождении интерфейса должен быть номер строки интерфейса, а не номер строки исходного изображения.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Флаг V в строках 42 и 1122 исходного изображения меняет значение, когда эти строки размещаются в линии В. Строка 583 чересстрочной развертки линии В содержит активные видеоданные, но V = 1, а строка интерфейса 1123 линии В не содержит активных видеоданных, однако V = 0.

#### 4.5.4 Сообщения, касающиеся синхронизации сигнала

Разность в синхронизации сигнала между линиями А и В в источнике не должна превышать 400 нс.

#### 4.5.5 Идентификация линий А и В

Для этого применения должен быть представлен идентификатор полезной информации, который должен быть вставлен в горизонтальное пространство для вспомогательных данных канала Y как для линии А, так и для линии В.

Линия А и линия В должны определяться идентификатором полезной информации в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.1614, которому соответствует определение в таблице 16.

ТАБЛИЦА 16

**Определения идентификатора полезной информации для видеосигналов 1920 × 1080  
на двухканальных цифровых интерфейсах высокой четкости**

Биты	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Бит 7	1	Транспортировка: чересстрочная (0) или прогрессивная (1)	Колориметрия	Зарезервирован (0)
Бит 6	0	Изображение: чересстрочная (0) или прогрессивная (1) развертка	Количество пикселей по горизонтали 1 920 (0) или зарезервирован (1)	Назначение каналов двухканальной линии Линия А (0) или линия В (1)
Бит 5	0	Характеристики передачи сигнала SDR-TV (0h) HLG (1h) PQ (2h) Не определено (3h)	Формат изображения 16:9 (1) или неизвестен (0)	Зарезервирован (0)
Бит 4	0		Колориметрия	Сигнал яркости и цветоразностной сигнал NLC $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ (0), CI $I$ , $C_T$ , $C_P$ (1)
Бит 3	0	Частоты кадров 50 Гц (9h), 60 Гц (Bh) 60/1,001 Гц (Ah) Другие значения зарезервированы	Структура дискретизации 4:2:2 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (0h) Другие значения зарезервированы	Зарезервирован (0)
Бит 2	1			Зарезервирован (0)
Бит 1	1			Разрядность полный 10-битовый диапазон (0h) узкий 10-битовый диапазон (1h) Другие значения зарезервированы
Бит 0	1			

При идентификации 1080-строчной полезной информации с прогрессивной разверткой, введенной в двухканальный последовательный цифровой интерфейс 1,485 Гбит/с, должны применяться следующие ограничения:

**Байт 1** должен иметь значение (87 h).

**Байт 2**

Бит b7 должен использоваться для идентификации транспортной структуры (прогрессивной или чересстрочной), используемой цифровым интерфейсом:

- (0) чересстрочная транспортировка;
- (1) прогрессивная транспортировка.

Бит b6 должен использоваться для идентификации развертки изображения (прогрессивной или чересстрочной):

- (0) чересстрочная развертка;
- (1) прогрессивная развертка.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Полезная видеоинформация систем PsF идентифицируется изображением с прогрессивной разверткой, передаваемым посредством чересстрочного цифрового интерфейса. При транспортировке передаются (с прогрессивной разверткой) полезные видеосигналы в качестве первого и второго сегмента изображения в течение длительности кадра транспортировки. Эти первый и второй сегменты изображения обозначаются первым и вторым индикаторами поля при транспортировке через цифровой интерфейс.

Биты от b5 до b4 должны использоваться для идентификации транспортной структуры:

- (0h) SDR-TV, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) HLG, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (2h) PQ, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (3h) не определено.

Биты от b3 до b0 должны использоваться для идентификации частоты кадров в герцах, при этом они должны быть ограничены значениями частоты кадров, определенными в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100. Частота кадров всегда должна быть установлена в значение частоты, с которой должны показываться изображения, независимо от частоты кадров интерфейса:

- (9h) идентифицирует 50 кадров/с;
- (Ah) идентифицирует 60/1,001 кадра/с;
- (Bh) идентифицирует 60 кадров/с.

Для сигналов с прогрессивной разверткой частотой 60 Гц, 60/1,001 Гц и 50 Гц, а также всех сигналов PsF тип транспортировки должен быть задан как чересстрочный (бит b7 байта 2 = 0), а тип изображения должен быть задан как прогрессивный (бит b6 байта 2 = 1)

### Байт 3

Биты b7 и b4 байта 3 должны использоваться для идентификации колориметрии:

- (0h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) зарезервировано;
- (2h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020;
- (3h) неизвестно.

Бит b6 должен использоваться для идентификации активных отсчетов  $Y$ , как определено количеством отсчетов по горизонтали, и он должен быть ограничен значением (0):

- (0) 1920 пикселей.

Бит b5 должен использоваться для идентификации формата изображения:

- (0) формат изображения неизвестен;
- (1) изображение 16:9.

Биты от b3 до b0 байта 3 должны использоваться для идентификации структуры дискретизации. В настоящей Рекомендации значение ограничено (0h).

### Байт 4

Биты b7 и b5 зарезервированы и установлены в (0).

Номер канала в бите b6 байта 4 должен быть установлен в значение 0 для линии А и в 1 для линии В.

Бит b4 должен использоваться для идентификации формата сигналов яркости/цветоразностных сигналов:

- (0) непостоянная яркость  $Y'C'_B C'_R$ ;
- (1) постоянная интенсивность  $IC_T C_P$ .

Биты b3 и b2 зарезервированы и установлены в (0).

Биты от b1 до b0 должны использоваться для идентификации разрядности и узкого/полного диапазона кодирования:

(0h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в полном диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100;

(1h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в узком диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100.

Другие значения зарезервированы.

#### 4.5.6 Вспомогательные данные

Вспомогательные данные должны быть размещены в области гашения линии А и линии В и должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R ВТ.1364. Размещение вспомогательных данных в линии А должно быть выполнено до их размещения в линии В.

#### 4.5.7 Аудиоданные

Аудиоданные, если таковые имеются, должны быть размещены в области вспомогательных данных линии А и линии В и должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R ВТ.1365. Размещение аудиоданных в линии А должно быть выполнено до их размещения в линии В.

- *Пример 1.* Когда на двухканальный интерфейс подаются 12 каналов аудиоданных, все 12 каналов должны быть размещены в линии А – запрещается размещать 8 каналов в линии А и 4 канала в линии В.
- *Пример 2.* Когда вводятся 20 каналов аудиоданных, 16 каналов должны быть размещены в линии А и 4 канала должны быть размещены в линии В.

#### 4.5.8 Временной код

Временной код, если таковой имеется, должен быть размещен в области вспомогательных данных линии А и должен соответствовать Рекомендации МСЭ-R ВТ.1366.

### 4.6 Преобразование одноканальной линии со скоростью 3 Гбит/с – двухканальный источник

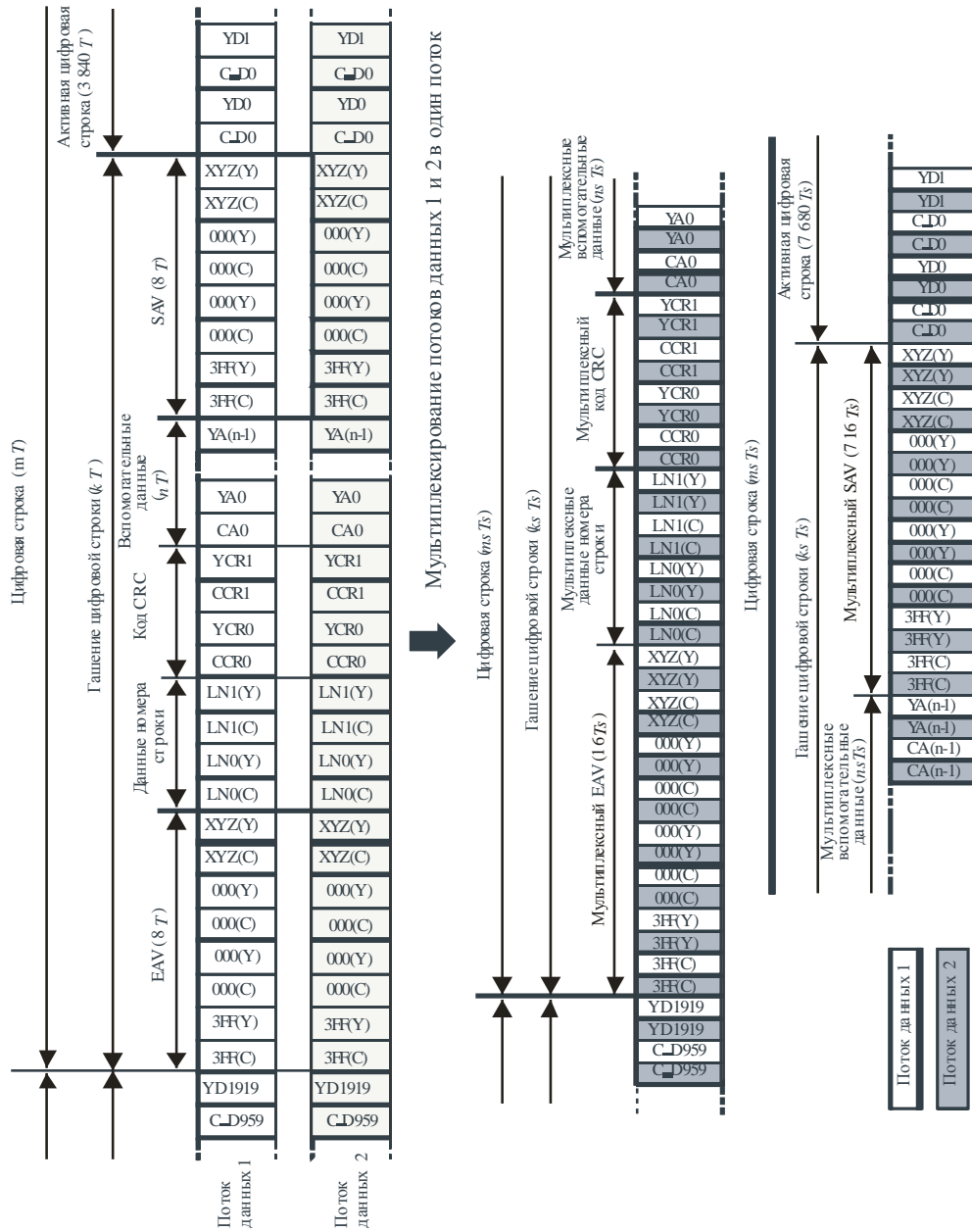
Два параллельных 10-битовых интерфейса с одинаковой структурой строк и кадров, имеющие синхронизацию битов и спроектированные в соответствии с п. 4 настоящей Рекомендации, должны быть преобразованы в 20-битовый виртуальный интерфейс, состоящий из двух потоков данных – поток данных 1 и поток данных 2.

Поток данных 1 должен содержать все 10-битовые слова данных интерфейса линии А, а поток данных 2 должен содержать все слова данных интерфейса линии В, как показано на рис. 5.

Сформированные подобным образом 10-битовые интерфейсы должны содержать слова кодов опорного синхросигнала (SAV/EAV, номера строк и коды CRC на основе строк, как определено в данной Рекомендации).

Каждый параллельный 10-битовый интерфейс должен быть выровнен по строкам и словам, с частотой интерфейса 148,5 МГц или 148,5/1,001 МГц.

РИСУНОК 5

Структура преобразования  $Y, C_B, C_R$  одноканальной линии со скоростью 3 Гбит/с

- $Yd0 - Yd1919$  – цифровые данные сигнала яркости  $Y$   
 $CBD0 - CBD959$  – цифровые данные цветоразностного сигнала  $C_B$   
 $CRD0 - CRD959$  – цифровые данные цветоразностного сигнала  $C_R$   
 $YA0 - YA(n-1)$  – вспомогательные данные или данные гашения в канале  $Y$   
 $CA0 - CA(n-1)$  – вспомогательные данные или данные гашения в канале  $C_B/C_R$

Значения отсчетов, не указанные в виде номеров, приведены в таблице 17.

ТАБЛИЦА 17

**Параметры синхронизации потока данных (см. рис. 5)**

Символ	Параметр	Значение	
		60/P	50/P
$T$	Период параллельных тактовых импульсов (нс)	1 000/148,5 (1 001/148,5)	1 000/148,5
$T_s$	Период синхронизации мультиплексного параллельного потока	$T/2$	
$m$	Цифровая строка в параллельном потоке данных	4 400	5 280
$k$	Гашение цифровой строки в параллельном потоке данных	560	1 440
$n$	Вспомогательные данные или данные гашения в параллельном потоке данных	536	1 416
$m_s$	Цифровая строка в мультиплексном параллельном потоке данных	8 800	10 560
$k_s$	Гашение цифровой строки в мультиплексном параллельном потоке данных	1 120	2 880
$n_s$	Вспомогательные данные или данные гашения в мультиплексном параллельном потоке данных	1 072	2 832

**4.6.1 Идентификатор полезной информации одноканальной линии со скоростью 3 Гбит/с (двухканальный источник)**

Идентификатор полезной информации должен иметься в наличии для данного применения и должен быть размещен в горизонтальной области вспомогательных данных канала  $Y$  как потока данных 1, так и потока данных 2.

Данный идентификатор полезной информации должен соответствовать формату данных идентификатора полезной информации, определение которого приводится в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1614 и связано с определением в таблице 18. 4-байтовый идентификатор полезной информации должен быть размещен в горизонтальной области гашения интерфейса сразу за последовательностью слов EAV-LN-CRC:

1125/I (поле 1): строка 10;

1125/I (поле 2): строка 572.



ТАБЛИЦА 18

**Преобразование одноканальной линии со скоростью 3 Гбит/с –  
двухканальный идентификатор полезной информации**

Биты	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Бит 7	1	Транспортировка: чересстрочная (0) или прогрессивная (1)	Колориметрия	Зарезервирован (0)
Бит 6	0	Изображение: чересстрочная (0) или прогрессивная (1) развертка	Количество пикселей по горизонтали 1920 (0) Зарезервирован (1)	Назначение каналов двухканальной линии Линия А (0) или линия В (1)
Бит 5	0	Характеристики передачи сигнала SDR-TV (0h) HLG (1h) PQ (2h) Не определено (3h)	Формат изображения 16:9 (1), неизвестен (0)	Зарезервирован (0)
Бит 4	0		Колориметрия	Сигнал яркости и цветоразностной сигнал NCL $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ (0), CI $I$ , $C_T$ , $C_P$ (1)
Бит 3	1	Частоты кадров 50 Гц (9h), 60 Гц (9h) 60/1,001 Гц (Ah) Другие значения зарезервированы	Структура дискретизации 4:2:2 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (0h) Другие значения зарезервированы	Зарезервирован (0)
Бит 2	0			Зарезервирован (0)
Бит 1	1			Разрядность полный 10-битовый диапазон (0h) узкий 10-битовый диапазон (1h) Другие значения зарезервированы
Бит 0	0			

**Байт 1** должен иметь значение (8Ah).

### Байт 2

Второй байт должен использоваться для идентификации частоты кадров и структуры изображения и транспортировки.

Бит b7 должен использоваться для идентификации того, использует ли цифровой интерфейс прогрессивную или чересстрочную структуру транспортировки:

- (0) чересстрочная транспортировка;
- (1) прогрессивная транспортировка.

Бит b6 должен использоваться для идентификации того, имеет ли изображение прогрессивную или чересстрочную развертку изображения:

- (0) чересстрочная развертка;
- (1) прогрессивная развертка.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Полезная видеoinформация систем PsF идентифицируется полезным видеосигналом с прогрессивной разверткой, передаваемым посредством чересстрочного цифрового интерфейса. При транспортировке передаются полезные видеосигналы в качестве первого и второго сегмента изображения в течение длительности кадра транспортировки. Эти первый и второй сегменты изображения обозначаются первым и вторым индикаторами поля при транспортировке через цифровой интерфейс.

Биты от b5 до b4 должны использоваться для идентификации транспортной структуры:

- (0h) SDR-TV, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) HLG, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (2h) PQ, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;
- (3h) не определено.

Биты от b3 до b0 должны использоваться для идентификации частоты кадров в герцах и ограничить частотами кадров (50 Гц (9h), 60 Гц (Bh) и 60/1,001 Гц (Ah)), как определено в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709 и МСЭ-R ВТ.2100.

### Байт 3

Третий байт должен использоваться для идентификации формата изображения, колориметрии и структуры дискретизации полезной видеонагрузки.

Биты b7 и b4 байта 3 должны использоваться для идентификации колориметрии:

- (0h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.709;
- (1h) зарезервировано;
- (2h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020;
- (3h) неизвестно.

Бит b6 должен использоваться для идентификации количества пикселей по горизонтали:

- (0) 1920 пикселей;
- (1) зарезервирован.

Бит b5 должен использоваться для идентификации формата изображения:

- (0) формат изображения неизвестен;
- (1) изображение 16:9.

Биты от b3 до b0 байта 3 должны использоваться для идентификации структуры дискретизации. В настоящей Рекомендации значение ограничено (0h).

### Байт 4

Биты b7 и b5 зарезервированы и установлены в (0).

Номер канала в бите b6 байта 4 должен быть установлен в значение 0 для линии А и в 1 для линии В.

Бит b4 должен использоваться для идентификации формата сигналов яркости/цветоразностных сигналов:

- (0) непостоянная яркость  $Y'C'_B C'_R$ ;
- (1) постоянная интенсивность  $I C_T C_P$ .

Биты b3 и b2 зарезервированы и установлены в (0).

Биты от b1 до b0 должны использоваться для идентификации разрядности и узкого/полного диапазона кодирования:

- (0h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в полном диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100;
- (1h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в узком диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100.

Другие значения зарезервированы.

## 4.7 Применения двухканального последовательного цифрового интерфейса

В Прилагаемом документе 1 к Приложению 1 показаны некоторые варианты применения двухканального последовательного цифрового интерфейса высокой четкости для других дополнительно поддерживаемых форматов сигнала.

## 4.8 Применения одноканального интерфейса 3 Гбит/с, переносящего данные, отформатированные на двух интерфейсах 1,5 Гбит/с

В Прилагаемом документе 2 к Приложению 1 показаны некоторые варианты применения одноканального последовательного цифрового интерфейса 3 Гбит/с высокой четкости для других дополнительно поддерживаемых форматов сигнала.

## Прилагаемый документ 1 к Приложению 1

### Варианты применения двухканального последовательного цифрового интерфейса высокой четкости

Двухканальный последовательный цифровой интерфейс высокой четкости может быть также использован для передачи форматов исходных видеосигналов, перечисленных в таблице 19.

ТАБЛИЦА 19

#### Дополнительно поддерживаемые форматы исходного видеосигнала

Структура дискретизации формата сигнала	Разрядность пикселя	Частоты кадров/полей
4:4:4 ( $R'G'B'$ ) 4:4:4:4 ( $R'G'B' + A$ или $D$ )	10 битов	30, 30/1,001, 25, 24 и 24/1,001 Гц для сигнала с прогрессивной разверткой и с передачей сегментированных кадров для сигнала с чересстрочной разверткой 60, 60/1,001 и 50 Гц (частота полей)
4:4:4 ( $R'G'B'$ )	12 битов	
4:2:2 ( $YC_BCR$ ) 4:2:2:4 ( $YC_BCR + A$ или $D$ )	12 битов	
4:4:4 ( $YC_BCR$ ) 4:4:4:4 ( $YC_BCR + A$ или $D$ )	10 битов	
4:4:4 ( $YC_BCR$ )	12 битов	

ПРИМЕЧАНИЕ. – Компоненты  $A$  или  $D$  – это вспомогательные компоненты, которые определяют пользователь в зависимости от применения. Номенклатура  $A$  относится к каналу изображения, а номенклатура  $D$  – к каналу, не передающему изображение (то есть каналу данных). Если используется компонента  $D$ , разрядность вспомогательного сигнала ограничивается максимальным значением 8 битов.

#### 1 10-битовые сигналы 4:4:4 ( $R'G'B'$ ) и 4:4:4:4 ( $R'G'B' + A$ или $D$ ) систем 30/P, 30/PsF, 60/L, 25/P, 25/PsF, 50/L, 24/P и 24/PsF

##### 1.1 Нумерация отсчетов сигнала источника

Каждая строка компонент  $G'$ ,  $B'$ ,  $R'$  и  $A$  или  $D$  состоит из общего количества отсчетов 2750, 2640 или 2200, как показано в таблице 2. Эти отсчеты обозначаются номерами 0–2749, 0–2639 или 0–2199, кроме того, отдельным отсчетам присваивается индекс, например отсчет  $G135$  или отсчет  $B429$ .

##### 1.2 Поток данных интерфейса

Поток данных линии А содержит все отсчеты компоненты  $G'$  плюс четные (0, 2, 4 и т. д.) отсчеты компонент  $B'$  и  $R'$ . Поток данных линии В содержит все нечетные (1, 3, 5 и т. д.) отсчеты компонент  $B'$  и  $R'$  плюс все отсчеты компонент  $A$  или  $D$  (см. рис. 6).



Частота кадров/полей	Разрядность пикселя	Общее количество слов в передаваемом пакете	Общее количество слов данных активного изображения на один передаваемый пакет	Номер слова а
60 или 60/1,001 поля, 30 или 30/1,001 кадра	10 битов	2 200	1 920	2 199
50 полей, 25 кадров	10 битов	2 640	1 920	2 639
24 или 24/1,001 кадра	10 битов	2 750	1 920	2 749

### 1.3 Структура мультиплексного сигнала

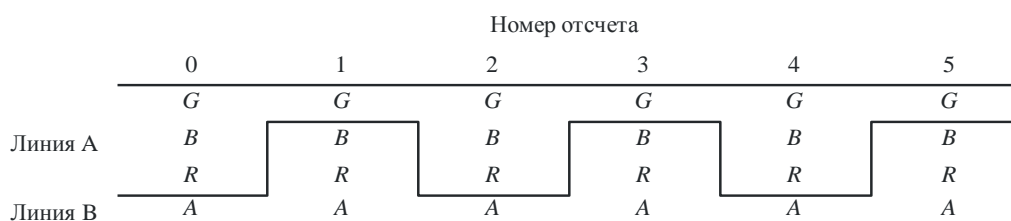
Слова видеоданных должны передаваться в следующем порядке (см. рис. 7):

поток данных линии А:  $B_0, G_0, R_0, G_1, B_2, G_2, R_2, G_3...$ ;

поток данных линии В:  $B_1, A_0, R_1, A_1, B_3, A_2, R_3, A_3...$

РИСУНОК 7

Содержание данных в линии для 10-битовых сигналов 4:4:4 ( $R'G'B'$ ) и 4:4:4:4 ( $R'G'B'+A$ )



ВТ.1120-07

### 1.4 Вспомогательный сигнал

Использование вспомогательного сигнала ( $A$  или  $D$ ) зависит от приложения.

Если вспомогательный сигнал отсутствует, то значение вспомогательной компоненты по умолчанию должно быть установлено в  $64_{(10)}$ . Если вспомогательный сигнал используется для передачи информации изображения, то размер раstra и частота кадров/полей должны быть теми же, что и для передаваемых через интерфейс компонент  $G'$ . Если вспомогательный сигнал используется для передачи информации, не относящейся к изображению, слова данных вспомогательного сигнала должны иметь размер не более 8 битов. Как в 10-битовом интерфейсе, бит  $b_8$  должен являться битом контроля по четности для битов от  $b_7$  до  $b_0$ , а бит  $b_9$  должен быть дополнением бита  $b_8$ .

Данные со значениями от  $0_{(10)}$  до  $3_{(10)}$  и от  $1020_{(10)}$  до  $1023_{(10)}$  не допускаются.

## 2 12-битовые сигналы 4:4:4 ( $R'G'B'$ ) систем 30/P, 30/PsF, 60/L, 25/P, 25/PsF, 50/L, 24/P и 24/PsF

### 2.1 Нумерация отсчетов сигнала источника

Каждая строка компонент  $G'$ ,  $B'$  и  $R'$  состоит из общего числа отсчетов 2750, 2640 или 2200, как показано в таблице 2. Эти отсчеты обозначаются номерами 0–2749, 0–2639 или 0–2199, кроме того, отдельным отсчетам присваиваются индексы, такие как отсчет  $G135$  или отсчет  $B429$ . Отсчеты – это 12-битовые значения сигнала, квантованные в соответствии с уравнениями цифрового кодирования, приведенными ниже:

$$D'_R = \text{INT}[(219E'_R + 16) \cdot 2^{n-8}];$$

$$D'_G = \text{INT}[(219E'_G + 16) \cdot 2^{n-8}];$$

$$D'_B = \text{INT}[(219E'_B + 16) \cdot 2^{n-8}];$$

" $n$ " обозначает количество битов квантованного сигнала, а именно  $n = 12$ .

Оператор INT выдает 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..., то есть он округляет дробные части больше 0,5.

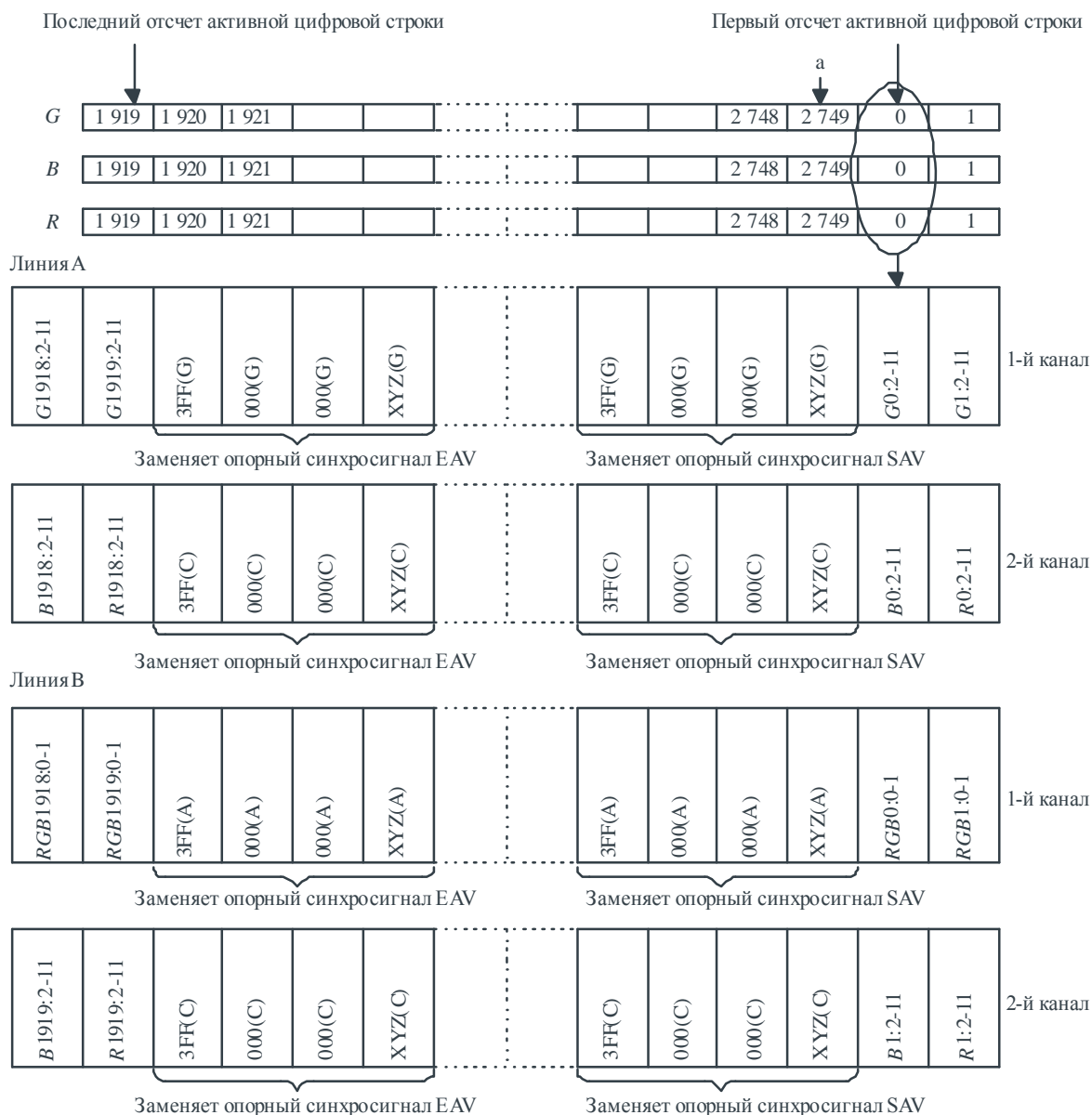
Десять старших битов 12-битовых отсчетов обозначаются индексами, такими как отсчет  $G135:2-11$  или отсчет  $B429:2-11$ , а два младших бита 12-битовых отсчетов обозначаются индексами, такими как отсчет  $G135:0-1$  или отсчет  $B429:0-1$ . Два младших бита сигналов  $R$ ,  $G$ ,  $B$  вводятся в 1-й канал линии В и обозначаются индексами, такими как  $RGB135:0-1$ .  $n$ -й бит сигналов  $R'$ ,  $G'$  и  $B'$  обозначается индексом, таким как  $G:n$ . Структура данных  $R'G'B':0-1$  определяется в п. 2.3.

### 2.2 Потоки данных интерфейса

Поток данных линии А содержит 10 старших битов всех отсчетов компоненты  $G'$  плюс 10 старших битов четных (0, 2, 4 и т. д.) отсчетов в компонентах  $B'$  и  $R'$ . Поток данных линии В содержит 10 старших битов нечетных (1, 3, 5 и т. д.) отсчетов в компонентах  $B'$  и  $R'$  плюс два младших бита всех отсчетов в компонентах  $R'$ ,  $G'$  и  $B'$  (см. рис. 8).

РИСУНОК 8

## Структура мультиплексного сигнала для 12-битовых сигналов 4:4:4 (R'G'B')



ВТ.1120-08

Частота кадров/полей	Разрядность пикселя	Общее количество слов в передаваемом пакете	Общее количество слов данных активного изображения на один передаваемый пакет	Номер слова а
60 или 60/1,001 поля, 30 или 30/1,001 кадра	12 битов	2 200	1 920	2 199
50 полей, 25 кадров	12 битов	2 640	1 920	2 639
24 или 24/1,001 кадра	12 битов	2 750	1 920	2 749

### 2.3 Размещение данных $R'G'B':0-1$ в первом канале линии В

Размещение двух младших битов компонент  $R'$ ,  $G'$  и  $B'$  в первом канале линии В показано в таблице 20.

ТАБЛИЦА 20

Структура размещения данных  $R'G'B':0-1$  в первом канале линии В

Слово	Номер бита									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	— B8	EP	$G':1$	$G':0$	$B':1$	$B':0$	$R':1$	$R':0$	Резерв.	Резерв.

MSB – старший значащий бит.

LSB – младший значащий бит.

Бит b8 – проверка на четность битов от b7 до b0.

Бит b9 – дополнение бита b8.

Биты b0 и b1 – это резервные биты (пока значение резервных битов не определено, они должны быть установлены в 0).

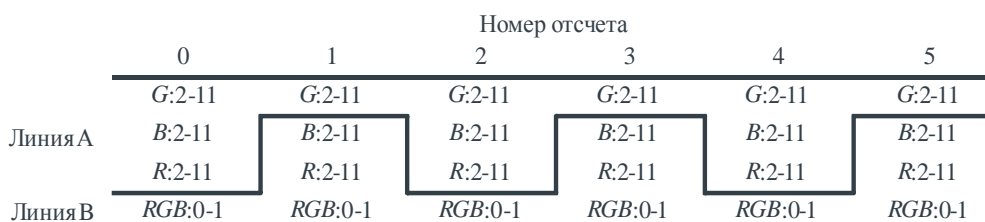
### 2.4 Структура мультиплексного сигнала

Слова данных изображения должны передаваться в следующем порядке (см. рис. 9):

поток данных линии А:  $B0:2-11$ ,  $G0:2-11$ ,  $R0:2-11$ ,  $G1:2-11$ ,  $B2:2-11$ ,  $G2:2-11$ ,  $R2:2-11$ ,  $G3:2-11$ ...;

поток данных линии В:  $B1:2-11$ ,  $RGB0:0-1$ ,  $R1:2-11$ ,  $RGB1:0-1$ ,  $B3:2-11$ ,  $RGB2:0-1$ ,  $R3:2-11$ ,  $RGB3:0-1$ ...

РИСУНОК 9

Содержание данных в линии для 12-битовых сигналов 4:4:4 ( $R'G'B'$ )

ВТ.1120-09

### 3 12-битовые сигналы 4:2:2 ( $YCbCr$ ) систем 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P и 24/PsF



### 3.1 Нумерация отсчетов сигнала источника

Каждая строка компоненты  $Y$  состоит из общего числа отсчетов 2750, 2640 или 2200, а каждая строка компонент  $C_B$  и  $C_R$  состоит из общего числа отсчетов 1375, 1320 или 1100, как показано в таблице 2. Эти отсчеты обозначаются номерами 0–2749, 0–2639 или 0–2199 для компоненты  $Y$  и номерами 0–1374, 0–1319 или 0–1099 для компонент  $C_B$  и  $C_R$ , кроме того, отдельным отсчетам присваиваются индексы, такие как отсчет  $Y135$  или отсчет  $C_B429$ . Отсчеты – это 12-битовые значения сигнала, квантованные в соответствии с уравнениями цифрового кодирования, приведенными ниже:

$$D'_Y = \text{INT}[(219 E'_Y + 16) \cdot 2^{n-8}];$$

$$D'_{CB} = \text{INT}[(224 E'_{CB} + 128) \cdot 2^{n-8}];$$

$$D'_{CR} = \text{INT}[(224 E'_{CR} + 128) \cdot 2^{n-8}];$$

" $n$ " обозначает количество битов в квантованном сигнале, а именно  $n = 12$ .

Оператор INT выдает 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..., то есть он округляет дробные части, превышающие 0,5.

Десять старших битов 12-битовых отсчетов обозначаются индексами, такими как отсчет  $Y135:2-11$  или отсчет  $C_B429:2-11$ , а два младших бита 12-битовых отсчетов обозначаются индексами, такими как отсчет  $Y135:0-1$  или отсчет  $C_B 429:0-1$ . Два младших бита сигналов  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  вводятся в 1-й канал линии В и обозначаются индексами, такими как  $Y C_B C_R 135:0-1$  и  $Y136:0-11$ . Кроме того,  $n$ -й бит сигналов  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  обозначается индексом, таким как  $Y:n$ . Структура данных  $Y C_B C_R:0-1$  и  $Y:0-1$  определяется в п. 3.3.

### 3.2 Потоки данных интерфейса

Поток данных линии А содержит 10 старших битов всех отсчетов компоненты  $Y$  плюс 10 старших битов всех четных отсчетов компонент  $C_B$ ,  $C_R$ . Поток данных линии В содержит два младших бита отсчетов компонент  $Y$ ,  $C_B$ ,  $C_R$  в четных точках отсчета и два младших бита только одной компоненты  $Y$  в нечетных точках отсчета плюс компоненты А или D (см. рис. 10).

### 3.3 Размещение данных $Y C_B C_R:0-1$ и $Y:0-1$ в первом канале линии В

Размещение двух младших битов четных отсчетов компонент  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  и двух младших битов нечетных отсчетов только компоненты  $Y$  в первом канале линии В показано в таблицах 21 и 22 и на рис. 11.

ТАБЛИЦА 21

Структура размещения данных  $Y C_B C_R:0-1$  в 1-м канале линии В

Слово	Номер бита									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	— Бит 8	EP	Y:1	Y:0	$C_B:1$	$C_B:0$	$C_R:1$	$C_R:0$	Резерв.	Резерв.

MSB – старший значащий бит.

LSB – младший значащий бит.

Бит b8 – проверка на четность битов от b7 до b0.

Бит b9 – дополнение бита b8.

Биты b0 и b1 – это резервные биты (пока значение резервных битов не определено, они должны быть установлены в 0).

ТАБЛИЦА 22

Структура размещения данных  $Y:0-1$  в 1-м канале линии В

Слово	Номер бита									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	— Бит 8	EP	Y:1	Y:0	Резерв.	Резерв.	Резерв.	Резерв.	Резерв.	Резерв.

MSB – старший значащий бит.

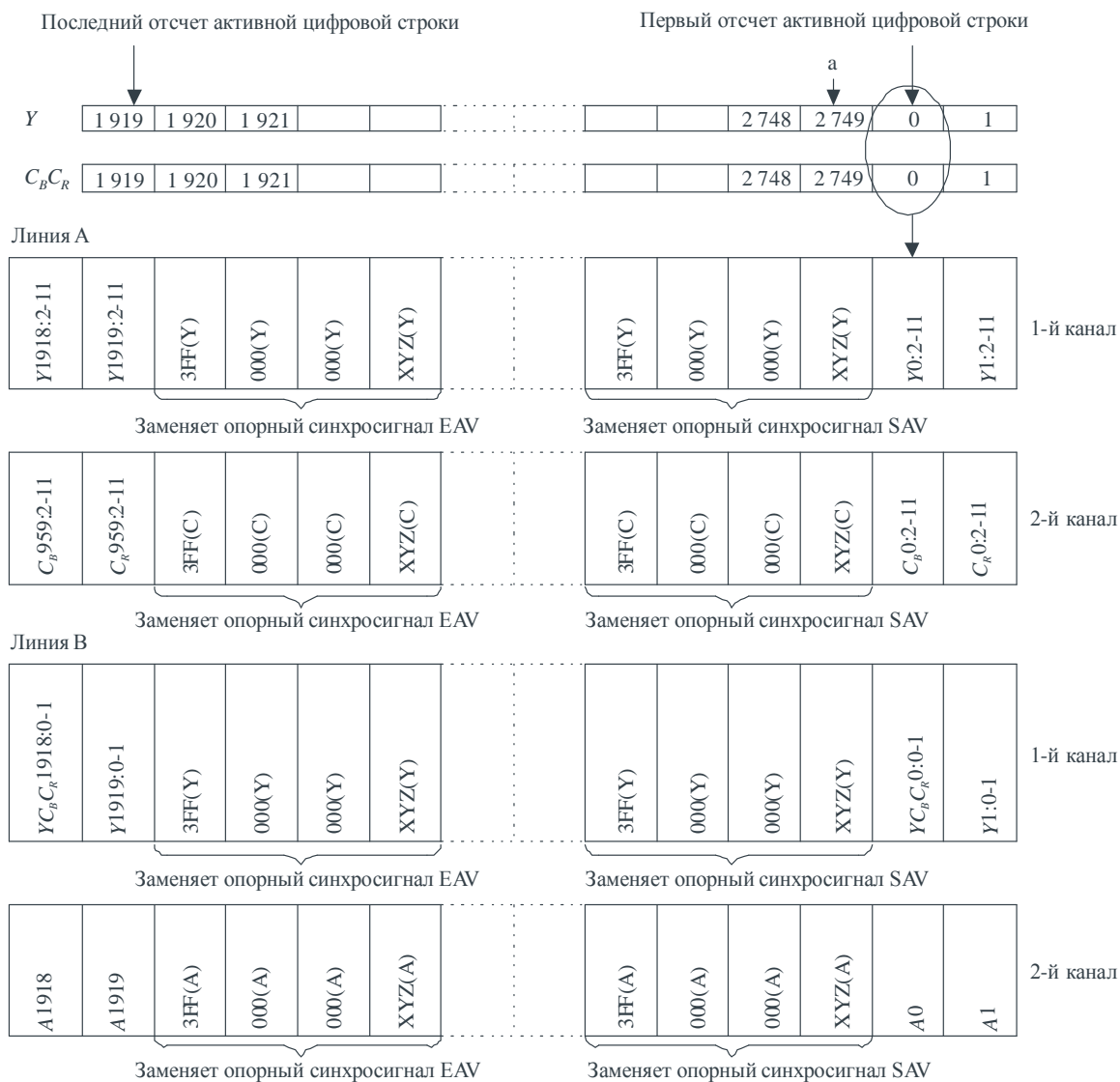
LSB – младший значащий бит.

Бит b8 – проверка на четность битов от b7 до b0.

Бит b9 – дополнение бита b8.

Биты от b0 до b5 – это резервные биты (пока значение резервных битов не определено, они должны быть установлены в 0).

РИСУНОК 10

Структура мультимплексного сигнала для 12-битовых сигналов 4:2:2 ( $YCbCr$ )

ВТ.1120-10

Частота кадров/полей	Разрядность пикселя	Общее количество слов в передаваемом пакете	Общее количество слов данных активного изображения на один передаваемый пакет	Номер слова а
60 или 60/1,001 поля, 30 или 30/1,001 кадра	12 битов	2 200	1 920	2 199
50 полей, 25 кадров	12 битов	2 640	1 920	2 639
24 или 24/1,001 кадра	12 битов	2 750	1 920	2 749

### 3.4 Структура мультиплексного сигнала

Слова данных изображения должны передаваться в следующем порядке (см. рис. 11):

поток данных линии А:  $C_B0:2-11$ ,  $Y0:2-11$ ,  $C_R0:2-11$ ,  $Y1:2-11$ ,  $C_B2:2-11$ ,  $Y2:2-11$ ,  $C_R2:2-11$ ,  $Y3:2-11...$ ;

поток данных линии В:  $A0$ ,  $Y_C C_R 0:0-1$ ,  $A1$ ,  $Y1:0-1$ ,  $A2$ ,  $Y_C C_R 2:0-1$ ,  $A3$ ,  $Y3:0-1...$

РИСУНОК 11

#### Содержание данных в линии для 12-битовых сигналов 4:2:2 ( $Y_C C_R$ )

		Номер отсчета					
		0	1	2	3		
		$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$		
Линия А	$C_B:2-11$			$C_B:2-11$			
	$C_R:2-11$			$C_R:2-11$			
Линия В	$Y_C C_R:0-1$	$Y:0-1$	$Y_C C_R:0-1$	$Y:0-1$	$Y:0-1$	←	1-й канал
	$A$	$A$	$A$	$A$	$A$	←	2-й канал

ВТ.1120-11

### 3.5 Вспомогательный сигнал

См. п. 1.4.

## 4 10-битовые сигналы 4:4:4 ( $Y_C C_R$ ), 4:4:4 ( $Y_C C_R + A$ или $D$ ) систем 30/P, 30/PsF, 60/L, 25/P, 25/PsF, 50/L, 24/P и 24/PsF

### 4.1 Нумерация отсчетов сигналов источника

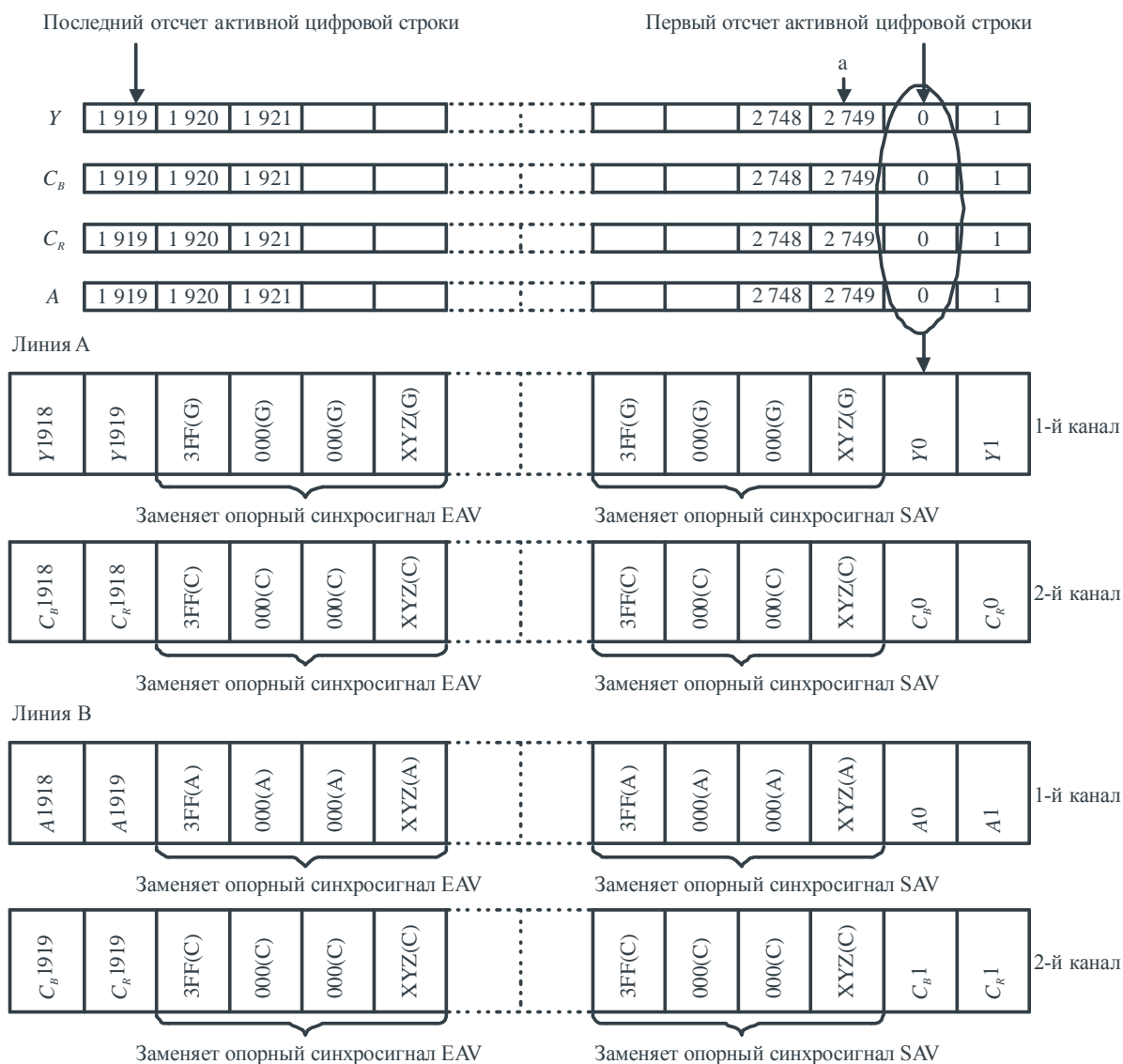
Каждая строка компонент  $Y$ ,  $C_B$ ,  $C_R$  и  $A$  или  $D$  состоит из общего числа отсчетов 2750, 2640 или 2200. Эти отсчеты обозначаются номерами 0–2749, 0–2639 или 0–2199, кроме того, отдельным отсчетам присваиваются индексы, такие как отсчет  $Y135$  или отсчет  $C_B429$ .

### 4.2 Поток данных интерфейса

Поток данных линии А содержит все отсчеты компоненты  $Y$  плюс четные (0, 2, 4 и т. д.) отсчеты компонент  $C_B$  и  $C_R$ . Поток данных линии В содержит нечетные (1, 3, 5 и т. д.) отсчеты компонент  $C_B$  и  $C_R$  плюс все отсчеты компонент  $A$  или  $D$  (см. рис. 12).

РИСУНОК 12

## Структура мультиплексного сигнала для 10-битовых сигналов 4:4:4 (YCbCr) и 4:4:4:4 (YCbCr + A)



ВТ.1120-12

Частота кадров/полей	Разрядность пикселя	Общее количество слов в передаваемом пакете	Общее количество слов данных активного изображения на один передаваемый пакет	Номер слова а
60 или 60/1,001 поля, 30 или 30/1,001 кадра	10 битов	2 200	1 920	2 199
50 полей, 25 кадров	10 битов	2 640	1 920	2 639
24 или 24/1,001 кадра	10 битов	2 750	1 920	2 749

### 4.3 Структура мультиплексного сигнала

Слова данных изображения должны передаваться в следующем порядке (см. рис. 13):

поток данных линии А:  $C_B0, Y0, C_R0, Y1, C_B2, Y2, C_R2, Y3...$ ;

поток данных линии В:  $C_B1, A0, C_R1, A1, C_B3, A2, C_R3, A3...$

РИСУНОК 13

Содержание данных в линии для 10-битовых сигналов 4:4:4 ( $YC_B C_R$ ) и 4:4:4:4 ( $YC_B C_R + A$ )



ВТ.1120-13

### 4.4 Вспомогательный сигнал

См. п. 1.4.

## 5 12-битовые сигналы 4:4:4 ( $YC_B C_R$ ) систем 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P и 24/PsF

### 5.1 Нумерация отсчетов сигнала источника

Каждая строка компонент  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  состоит из общего числа отсчетов 2750, 2640 или 2200. Эти отсчеты обозначаются номерами 0–2749, 0–2639 или 0–2199, кроме того, отдельным отсчетам присваиваются индексы, такие как отсчет  $Y135$  или отсчет  $C_B429$ . Отсчеты – это 12-битовые значения сигнала, квантованные в соответствии с уравнениями цифрового кодирования, приведенными в п. 3.1. Десять старших битов 12-битовых отсчетов обозначаются индексами, такими как отсчет  $Y135:2-11$  или отсчет  $C_B429:2-11$ , а два младших бита 12-битовых отсчетов обозначаются индексами, такими как отсчет  $Y135:0-1$  или отсчет  $C_B 429:0-1$ . Два младших бита сигналов  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  размещаются в 1-м канале линии В и обозначаются индексами, такими как  $Y, C_B, C_R135:0-1$ . Кроме того,  $n$ -й бит сигналов  $Y, C_B$  и  $C_R$  обозначается индексом, таким как  $Y:n$ . Структура данных  $YC_B C_R:0-1$  определяется в п. 3.3.

### 5.2 Поток данных интерфейса

Поток данных линии А содержит 10 старших битов всех отсчетов компоненты  $Y$  плюс 10 старших битов всех четных (0, 2, 4 и т. д.) отсчетов компонент  $C_B, C_R$ . Поток данных линии В содержит 10 старших битов нечетных (1, 3, 5 и т. д.) отсчетов компонент  $C_B$  и  $C_R$  плюс два младших бита всех отсчетов компонент  $Y, C_B$  и  $C_R$  (см. рис. 14).



### 5.3 Структура мультиплексного сигнала

Слова видеоданных должны передаваться в следующем порядке (см. рис. 15):

поток данных линии А:  $C_B0:2-11$ ,  $Y0:2-11$ ,  $C_R0:2-11$ ,  $Y1:2-11$ ,  $C_B2:2-11$ ,  $Y2:2-11$ ,  $C_R2:2-11$ ,  $Y3:2-11...$ ;

поток данных линии В:  $C_{B1}:2-11$ ,  $Y_{C_B C_R}0:0-1$ ,  $C_{R1}:2-11$ ,  $Y_{C_B C_R}1:0-1$ ,  $C_{B3}:2-11$ ,  $Y_{C_B C_R}2:0-1$ ,  $C_{R3}:2-11$ ,  $Y_{C_B C_R}3:0-1...$

РИСУНОК 15

Содержание данных в линии для 12-битовых сигналов 4:4:4 ( $Y_{C_B C_R}$ )

		Номер отсчета					
		0	1	2	3	4	5
		$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$
Линия А	$C_B:2-11$	$C_B:2-11$	$C_B:2-11$	$C_B:2-11$	$C_B:2-11$	$C_B:2-11$	$C_B:2-11$
	$C_R:2-11$	$C_R:2-11$	$C_R:2-11$	$C_R:2-11$	$C_R:2-11$	$C_R:2-11$	$C_R:2-11$
Линия В	$Y_{C_B C_R}:0-1$	$Y_{C_B C_R}:0-1$	$Y_{C_B C_R}:0-1$	$Y_{C_B C_R}:0-1$	$Y_{C_B C_R}:0-1$	$Y_{C_B C_R}:0-1$	$Y_{C_B C_R}:0-1$

ВТ.1120-15

### 5.4 Значения дополнительно поддерживаемой полезной информации (изображения)

ТАБЛИЦА 23

Определения идентификатора дополнительно поддерживаемой полезной информации (изображения) для видеосигналов  $1920 \times 1080$  на двухканальных цифровых интерфейсах высокой четкости

Биты	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Бит 7	1	Транспортировка: чересстрочная (0) или прогрессивная (1)	Колориметрия	Зарезервирован
Бит 6	0	Изображение: чересстрочная (0) или прогрессивная (1) развертка	Количество активных отсчетов по горизонтали 1920 (0) или зарезервирован (1)	Назначение каналов двухканальной линии Линия А (0) или линия В (1)
Бит 5	0	Характеристики передачи сигнала SDR-TV (0h) HLG (1h) PQ (2h) Не определено (3h)	Формат изображения 16:9 (1) или неизвестен (0)	Зарезервирован (0)
Бит 4	0		Колориметрия	Сигнал яркости и цветоразностной сигнал NCL $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ (0), $C_I$ , $C_T$ , $C_P$ (1)
Бит 3	0	Частоты кадров 24 Гц (3h), 24/1,001 Гц (2h), 25 Гц (5h), 30 Гц (7h), 30/1,001 Гц (6h) Другие значения зарезервированы	Структура дискретизации 4:4:4 $R'G'B'$ (2h) 4:4:4:4 $R'G'B'+A$ (6h) 4:4:4:4 $R'G'B'+D$ (Ah) 4:4:4 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (1h) 4:2:2 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (0h) 4:2:2:4 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P + A$ (4h) 4:2:2:4 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P + D$ (8h) Другие значения зарезервированы	Зарезервирован (0)
Бит 2	1			Зарезервирован (0)
Бит 1	1			
Бит 0	1			Разрядность полный 10-битовый диапазон (0h) узкий 10-битовый диапазон (1h) узкий 12-битовый диапазон (2h) полный 12-битовый диапазон (3h)

ПРИМЕЧАНИЕ. – Термин "4:4:4" идентифицирует коэффициент дискретизации компоненты независимо от разрешения.



Линия А и линия В должны определяться идентификатором полезной информации нагрузки при значении байта 1, равном 87h.

Идентификатор полезной информации должен иметься в наличии для данного применения и должен быть размещен в области вспомогательных данных сразу за последовательностью слов EAV-LN-CRC в канале У линии А и линии В.

При наличии области вспомогательных данных рекомендуется располагать пакеты вспомогательных данных в следующих строках:

1125/1 (поле 1):	строка 10;
1125/1 (поле 2):	строка 572.

## **Прилагаемый документ 2 к Приложению 1**

### **Применения одноканального последовательного цифрового интерфейса высокой четкости 3 Гбит/с для преобразования двухканального формата 1,5 Гбит/с в одноканальный 3 Гбит/с**

Одноканальный последовательный цифровой интерфейс высокой четкости 3 Гбит/с может также использоваться для передачи исходных видеосигналов, имеющих форматы, перечисленные в таблице 19 Прилагаемого документа 1 к Приложению 1.

#### **1 Двухканальный источник**

Два параллельных 10-битовых интерфейса с одинаковой структурой строк и кадров, имеющие синхронизацию битов и спроектированные в соответствии с настоящей Рекомендацией, должны быть преобразованы в 20-битовый виртуальный интерфейс, состоящий из двух потоков данных – потока данных 1 и потока данных 2.

Поток данных 1 должен содержать все 10-битовые слова данных интерфейса линии А, а поток данных 2 должен содержать все слова данных интерфейса линии В, как показано на рис. 16.

Подробности преобразования линии А и линии В описаны в пп. 1–5 Прилагаемого документа 1 к Приложению 1 настоящей Рекомендации.

Спроектированные подобным образом 10-битовые интерфейсы должны содержать слова кодов опорных синхросигналов (SAV/EAV, номера строк и коды CRC на основе строк, как определено в данной Рекомендации).

Каждый параллельный 10-битовый интерфейс должен быть выровнен по строкам и словам с частотой интерфейса 148,5 МГц или 148,5/1,001 МГц.

В данном Прилагаемом документе рассматриваются дополнительно поддерживаемые форматы источников, перечисленные в таблице 19.

#### **1.1 Преобразование данных**

Двухканальные данные преобразуются в поток одноканальных данных, как показано на рис. 16А и 16В.

На рис. 16А показано общее преобразование. На рис. 16В показано преобразование компонент  $R'$ ,  $G'$ ,  $B' + A$ .

Линия А соответствует потоку данных 1, а линия В – потоку данных 2.

#### **1.2 Идентификатор полезной информации**

Идентификатор полезной информации (см. таблицу 25) должен иметься в наличии для данного применения и должен быть размещен в горизонтальной области вспомогательных данных канала У линии А и линии В.

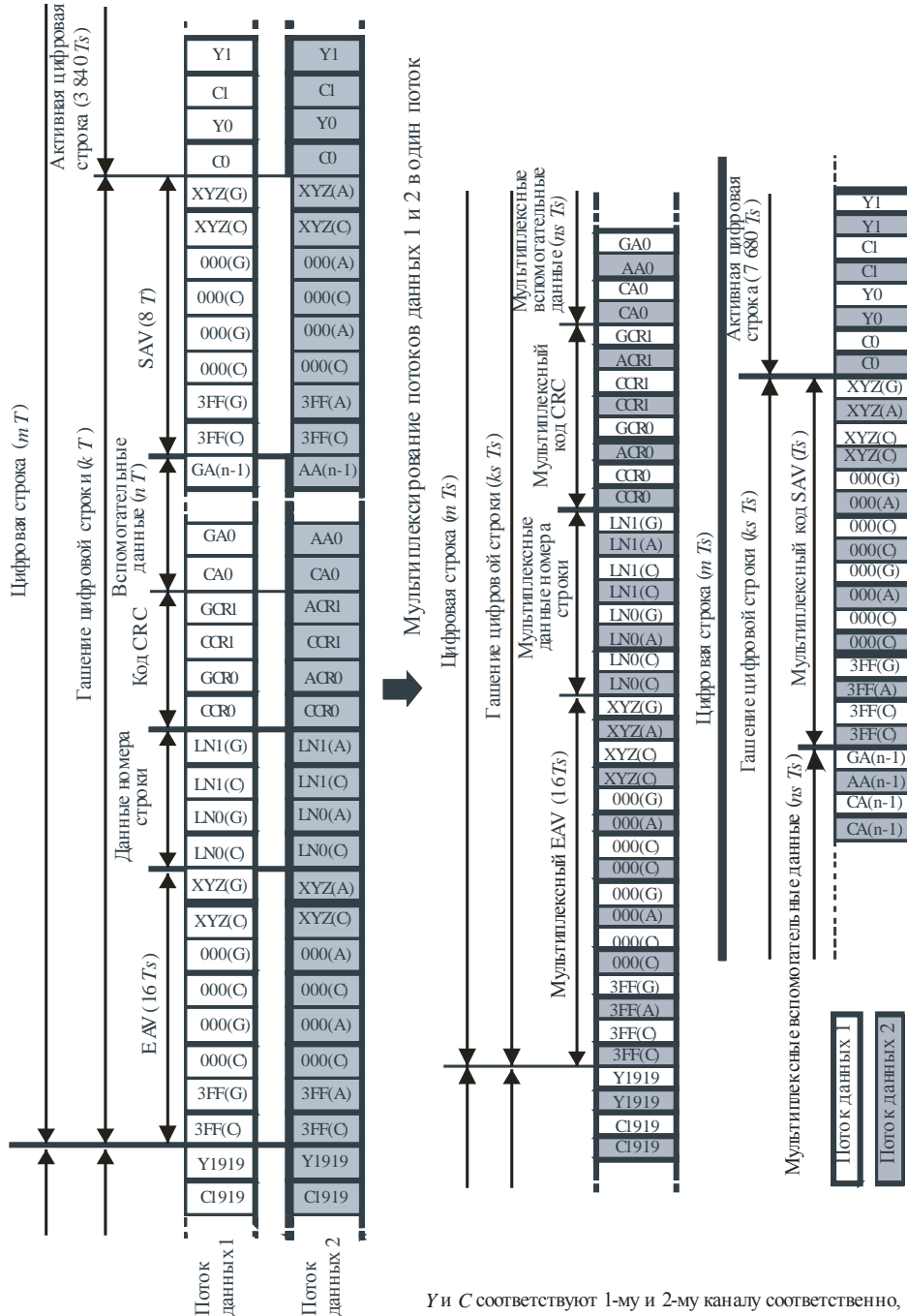
Данный идентификатор полезной информации должен соответствовать формату данных идентификатора нагрузки, определенному в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1614. 4-байтовый идентификатор нагрузки должен быть размещен в горизонтальной области гашения интерфейса непосредственно за последовательностью слов EAV-LN-CRC.

При наличии вспомогательных данных рекомендуется располагать пакеты вспомогательных данных в следующих строках:

- 1125/I (поле 1): строка 10;
- 1125/I (поле 2): строка 572.

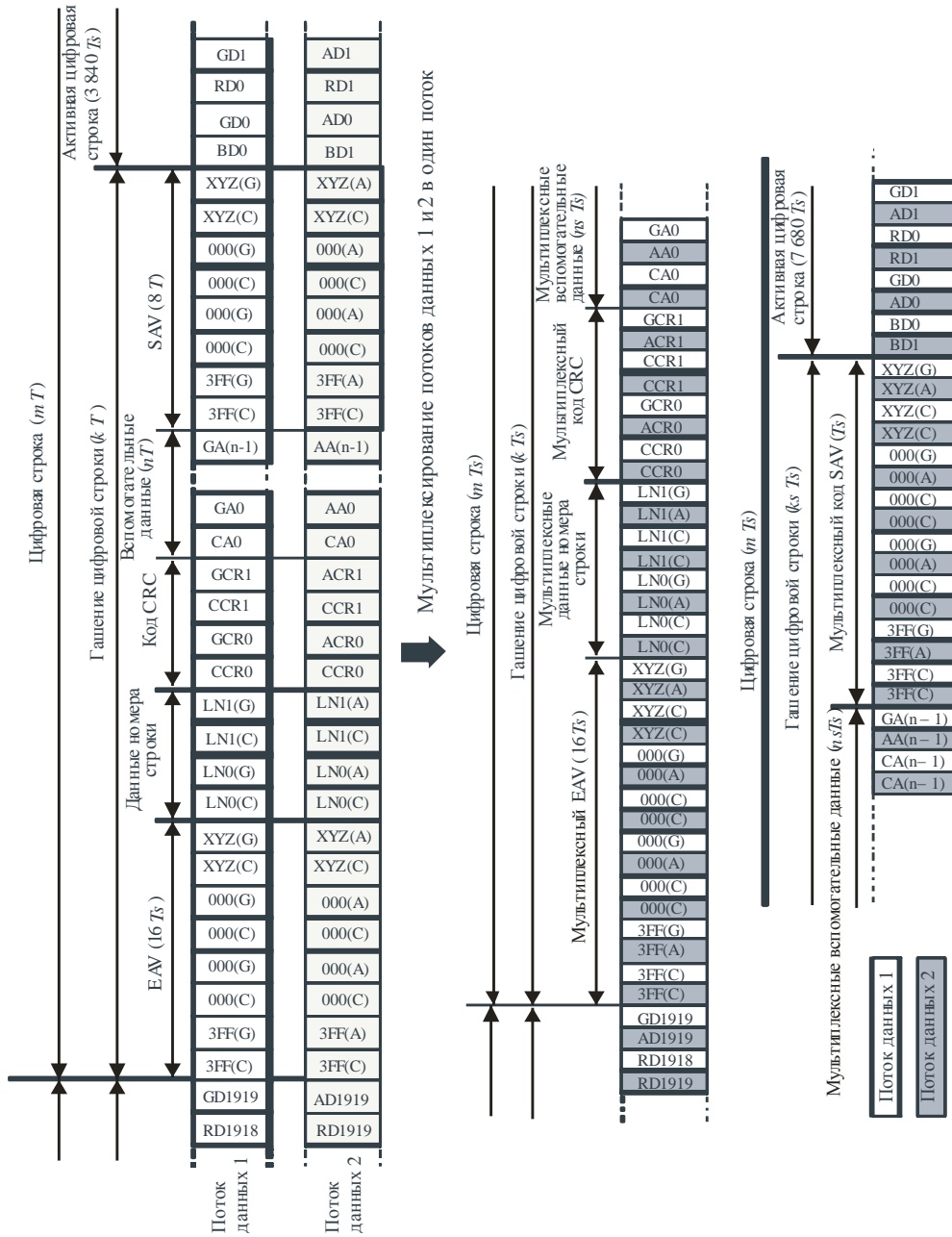
РИСУНОК 16А

Одноканальное преобразование данных 3 Гбит/с – общая схема



У и С соответствуют 1-му и 2-му каналу соответственно, как определено в Дополнении 1 к Приложению 1.

РИСУНОК 16В

Одноканальное преобразование данных 3 Гбит/с – информативный пример для  $R'$ ,  $G'$ ,  $B' + A$ 

RD0 – Rd1919 – данные красного  
 GD0 – Gd1919 – данные зеленого  
 Bd0 – Bd1919 – данные синего  
 AD0 – Ad1919 – альфа-канал

ТАБЛИЦА 24

## Параметры синхронизации потока данных (см. рис. 16В)

Символ	Параметр	Значение	
		60I	50I
$T$	Период параллельных тактовых импульсов (нс)	1 000/148,5 (1 001/148,5)	1 000/148,5
$T_s$	Период синхронизации мультиплексного параллельного потока	$T/2$	
$m$	Цифровая строка в параллельном потоке данных	4 400	5 280
$k$	Гашение цифровой строки в параллельном потоке данных	560	1 440
$n$	Вспомогательные данные или данные гашения в параллельном потоке данных	536	1 416
$m_s$	Цифровая строка в мультиплексном параллельном потоке данных	8 800	10 560
$k_s$	Гашение цифровой строки в мультиплексном параллельном потоке данных	1 120	2 880
$n_s$	Вспомогательные данные или данные гашения в мультиплексном параллельном потоке данных	1 072	2 832

ТАБЛИЦА 25

Идентификатор дополнительно поддерживаемой полезной информации (изображения)  
для одноканальной линии 3 Гбит/с

Биты	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Бит 7	1	Транспортировка: чересстрочная (0) или прогрессивная (1)	Колориметрия	Зарезервирован (0)
Бит 6	0	Изображение: чересстрочная (0) или прогрессивная (1) развертка	Количество активных отсчетов по горизонтали 1920 (0) или зарезервировано (1)	Назначение каналов двухканальной линии Линия А (0) или линия В (1)
Бит 5	0	Характеристики передачи сигнала SDR-TV (0h) HLG (1h) PQ (2h) Не определено (3h)	Формат изображения 16:9 (1) или неизвестен (0)	Зарезервирован (0)
Бит 4	0		Колориметрия	Сигнал яркости и цветоразностной сигнал NCL $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ (0), CI $I$ , $C_T$ , $C_P$ (1)
Бит 3	1	Частоты кадров 24 Гц (3h), 24/1,001 Гц (2h), 25 Гц (5h), 30 Гц (7h), 30/1,001 Гц (6h) Другие значения зарезервированы	Структура дискретизации 4:4:4 $R'G'B'$ (2h) 4:4:4:4 $R'G'B'+A$ (6h) 4:4:4:4 $R'G'B'+D$ (Ah) 4:4:4 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (1h) 4:2:2 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ (0h) 4:2:2:4 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ +A (4h) 4:2:2:4 $Y'$ , $C'_B$ , $C'_R$ или $I$ , $C_T$ , $C_P$ +D (8h) Другие значения зарезервированы	Зарезервирован (0)
Бит 2	0			Зарезервирован (0)
Бит 1	1			Разрядность полный 10-битовый диапазон (0h) узкий 10-битовый диапазон (1h) узкий 12-битовый диапазон (2h) полный 12-битовый диапазон (3h)
Бит 0	0			

**Байт 1** должен иметь значение (8Ah).

**Байт 2**

Второй байт должен использоваться для идентификации частоты кадров, а также структуры изображения и транспортировки.

Бит b7 должен использоваться для идентификации структуры транспортировки цифрового интерфейса (прогрессивная или чересстрочная):

(0) чересстрочная транспортировка;

(1) прогрессивная транспортировка.

Бит b6 должен использоваться для идентификации развертки изображения (прогрессивная или чересстрочная):

(0) чересстрочная развертка;

(1) прогрессивная развертка.

Биты от b5 до b4 должны использоваться для идентификации транспортной структуры:

(0h) SDR-TV, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709;

(1h) HLG, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100;

(2h) PQ, как указано в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2100.

(3h) не определено.

Биты от b3 до b0 должны использоваться для идентификации частоты кадров в герцах:

(2h) 24/1,001 Гц;

(3h) 24 Гц;

(5h) 25 Гц;

(6h) 30/1,001 Гц;

(7h) 30 Гц.

**Байт 3**

Третий байт должен использоваться для идентификации формата изображения, колориметрии и структуры дискретизации полезной информации для видеосигналов.

Биты b7 и b4 должны использоваться для идентификации колориметрии:

(0h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.709;

(1h) зарезервировано;

(2h) Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020;

(3h) не известно.

Бит b6 должен использоваться для идентификации количества пикселей по горизонтали:

(0) 1920 пикселей;

(1) зарезервирован.

Бит b5 должен использоваться для идентификации формата изображения:

(0) формат изображения неизвестен;

(1) формат изображения 16:9.

Биты от b3 до b0 байта 3 должны использоваться для идентификации структуры дискретизации.

(2h) должен определять 4:4:4  $R'G'B'$ ;

(6h) должен определять 4:4:4:4  $R'G'B' + A$ ;

(Ah) должен определять 4:4:4:4  $R'G'B' + D$ ;

- (1h) должен определять 4:4:4  $Y'$ ,  $C'_B$ ,  $C'_R$  или  $I$ ,  $C_T$ ,  $C_P$ ;
- (0h) должен определять 4:2:2  $Y'$ ,  $C'_B$ ,  $C'_R$  или  $I$ ,  $C_T$ ,  $C_P$ ;
- (4h) должен определять 4:2:2:4  $Y'$ ,  $C'_B$ ,  $C'_R$  или  $I$ ,  $C_T$ ,  $C_P + A$ ;
- (8h) должен определять 4:2:2:4  $Y'$ ,  $C'_B$ ,  $C'_R$  или  $I$ ,  $C_T$ ,  $C_P + D$ .

#### Байт 4

Биты от b7 до b5 резервируются и устанавливаются в (0).

Бит b4 должен использоваться для идентификации формата сигналов яркости/цветоразностных сигналов:

- (0) непостоянная яркость  $Y'C'_B C'_R$ ;
- (1) постоянная интенсивность  $IC_T C_P$ .

Биты b3 и b2 зарезервированы и установлены в (0).

Биты от b1 до b0 должны использоваться для идентификации разрядности и узкого/полного диапазона кодирования:

- (0h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в полном диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100;
- (1h) идентифицирует квантование, в котором используются 10 битов на выборку в узком диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100;
- (2h) идентифицирует квантование, в котором используются 12 битов на выборку в узком диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100;
- (3h) идентифицирует квантование, в котором используются 12 битов на выборку в полном диапазоне кодирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100.

## Приложение 2

### Последовательное цифровое контрольное поле для использования в цифровых интерфейсах высокой четкости

#### 1 Сфера применения

В настоящем Приложении определяются цифровые испытательные сигналы, предназначенные для оценки низкочастотного отклика оборудования с последовательными цифровыми интерфейсами высокой четкости. Хотя желаемые низкочастотные эффекты могут создавать многие сигналы, определены два специальных сигнала для проверки правильности коррекции характеристик кабельного канала и синхронизации системы ФАПЧ соответственно. Раньше эти два сигнала в разговорной речи называли "патологическими сигналами".

#### 2 Общие соображения

Автоматический эквалайзер возбуждается сигналом с максимальным количеством единиц или нулей, с редкими одиночными импульсами противоположного уровня, следующими с периодом тактовой частоты. Система ФАПЧ возбуждается сигналом, имеющим максимальную низкочастотную составляющую, то есть сигналом, в котором период времени между переходами от уровня к уровню максимален.

**2.1** При кодировании канала последовательного цифрового сигнала, определенного в настоящей Рекомендации, используется скремблирование и кодирование в форму NRZI, выполняемое путем конкатенации двух следующих функций:

$$G1(x) = x^9 + x^4 + 1; \quad G2(x) = x + 1.$$

В результате кодирования канала в выходных данных  $G2(x)$  могут быть получены длинные цепочки нулей, если при приходе определенных слов скремблер  $G1(x)$  находится в определенном состоянии. Это состояние будет появляться регулярно; следовательно, непрерывное поступление определенных слов данных будет приводить к возникновению низкочастотных эффектов.

**2.2** Хотя самая длинная серия нулей в параллельных данных (40 последовательных нулей) будет возникать во время слов последовательности опорных синхросигналов EAV/SAV (TRS), частота случаев, когда скремблирование слов TRS совпадает с требуемым состоянием скремблера, что необходимо для создания соответствующего условия возбуждения, мала. В те моменты, когда возникает такое совпадение, генерируемый возбуждающий сигнал оказывается таким кратковременным, что его просто недостаточно для максимального возбуждения эквалайзера и системы ФАПЧ.

**2.3** В тех сегментах цифрового видеосигнала, где расположены данные (кроме слов TRS в сигналах EAV или SAV и слов флага данных ANC), значения отсчетов ограничены так, чтобы исключить уровни данных  $0_{(10)}-3_{(10)}$  и  $1020_{(10)}-1023_{(10)}$  ( $000_h-003_h$  и  $3FC_h-3FF_h$  в 10-битовом шестнадцатеричном представлении, см. примечание). В результате такого ограничения самая длинная цепочка нулей на входе скремблера, состоящая из 16 нулей (битов), будет возникать, когда после значения отсчета  $512_{(10)}$  ( $200_h$ ) следует значение от  $4_{(10)}$  ( $004_h$ ) до  $7_{(10)}$  ( $007_h$ ). Такая ситуация может привести к появлению серии из максимум 26 последовательных нулей в выходном сигнале NRZI, что также недостаточно для максимального возбуждения.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – В рамках настоящего Приложения содержимое 10-битового цифрового слова выражается как в десятичной, так и в шестнадцатеричной форме. Например, комбинация битов 1001000101 может быть выражена как  $581_{(10)}$  или как  $245_h$ .

**2.4** Другие конкретные слова данных в сочетании с определенными состояниями скремблера могут генерировать повторяющийся низкочастотный последовательный сигнал на выходе до тех пор, пока следующий сигнал EAV или SAV не приведет к изменению состояния скремблера. Такие комбинации слов данных формируют основу для испытательных сигналов, определяемых в этом Приложении.

**2.5** Поскольку компонентный цифровой сигнал – это перемежение компонент  $Y/C$ , можно получить практически любую перестановку соответствующих пар данных в слове в пределах всей области активного изображения путем определения конкретного цветного поля при отсутствии шумов. Некоторые из этих перестановок значений пар данных будут давать желаемые низкочастотные эффекты.

### 3 Данные контрольного поля

**3.1** Тестирование эквалайзера приемника выполняется путем подачи последовательного цифрового сигнала с максимально возможной постоянной составляющей. Непрерывно применяя последовательность  $768_{(10)}$  ( $300_h$ ),  $408_{(10)}$  ( $198_h$ ) к отсчетам  $C$  и  $Y$  (соответственно) во время активной строки, можно получить повторяющийся сигнал, состоящий из 19 последовательных состояний с высоким (низким) уровнем, за которыми следует одно состояние с низким (высоким) уровнем, как только на скремблере возникают необходимые начальные условия. Манипулируя уровнями 19 последовательных состояний, можно получить сигнал любой полярности. Если примерно половина поля будет состоять из непрерывных строк, содержащих такую последовательность, то в нескольких строках можно создать требуемое начальное условие для скремблера, что приведет в результате к возникновению необходимых условий для тестирования эквалайзера.

**3.2** Тестирование системы ФАПЧ приемника выполняется путем создания последовательного цифрового сигнала с максимально возможной низкочастотной составляющей и минимально возможной высокочастотной составляющей (то есть с наименьшей частотой переходов между уровнями). Непрерывно применяя последовательность  $512_{(10)}$  ( $200_h$ ),  $272_{(10)}$  ( $110_h$ ) к отсчетам  $C$  и  $Y$  (соответственно) во время активной строки, можно получить повторяющийся сигнал, состоящий из 20 последовательных состояний с высоким (низким) уровнем, за которыми следует 20 состояний с

низким (высоким) уровнем, как только на скремблере возникают необходимые начальные условия. Если примерно половина поля будет состоять из непрерывных строк, содержащих такую последовательность, то в нескольких строках можно создать требуемые начальные условия для скремблера, что приведет в результате к возникновению необходимых условий для тестирования системы ФАПЧ.

**3.3** Поскольку при тестировании эквалайзера генерируется последовательный цифровой сигнал со смещением, должны быть предприняты меры для того, чтобы это смещение имело две полярности. Чтобы изменить полярность смещения при переходе от кадра к кадру, общая сумма всех битов во всех словах данных во всех строках поля видеосигнала должна быть нечетной.

Для того чтобы полярность смещения могла меняться часто, слово данных одного отсчета  $Y$  в сигнале должно изменяться от  $480_{(10)}$  ( $198_h$ ) до  $400_{(10)}$  ( $190_h$ ) (меняется всего 1 бит данных) через кадр. В результате полярность смещения меняется с частотой кадров, независимо от того, является сумма битов исходного кадра четной или нечетной. Слово данных, в котором происходит замена значения, является первым отсчетом сигнала  $Y$  в первой строке активного изображения каждого второго кадра. В таблице 24 перечислены конкретные слова и строки для каждого формата сигнала, которые используются в качестве слов управления полярностью.

**3.4** Если последовательности  $768_{(10)}$  ( $300_h$ ),  $408_{(10)}$  ( $198_h$ ) и  $512_{(10)}$  ( $200_h$ ),  $272_{(10)}$  ( $110_h$ ), применить к отсчетам  $C$  и  $Y$ , то можно получить оттенки пурпурного и серого цвета соответственно. Меняя порядок отсчетов  $C$  и  $Y$  для каждой из этих двух последовательностей, получим более светлые и темные оттенки зеленого цвета соответственно. В таблице 26 показан один способ упорядочения каждой из двух последовательностей, однако данное Приложение допускает любой способ упорядочения значений данных для каждой из последовательностей.

Если порядок, описанный в п. 3.1, изменить на обратный, то слово управления полярностью, о котором говорилось в п. 3.3, изменит свое значение и станет равным  $512_{(10)}$  ( $200_h$ ). Слово управления полярностью в любом случае располагается в первом отсчете  $Y$  в первой активной строке изображения в поле (полях), указанном в п. 3.3.

#### **4 Контрольное поле последовательного цифрового интерфейса (SDI)**

Распределение данных в контрольном поле SDI показано на рис. 16 для различных стандартов сигнала. Конкретные распределения значений отсчетов приведены в таблице 26. В каждом поле указывается некий диапазон строк, а не просто одна строка, в котором сигнал переходит из состояния, предназначенного для тестирования эквалайзера, в состояние, пригодное для тестирования системы ФАПЧ. Хотя с технической точки зрения не имеет значения, какая конкретная строка выбрана из диапазона строк, точка перехода должна сохраняться от кадра к кадру и от поля к полю (в случае форматов сигнала с чересстрочной разверткой).



ТАБЛИЦА 26  
Значения отсчетов в контрольном поле SDI

Система		60/I, 30/PsF, 50/I, 25/PsF, 24/PsF	60/P, 30/P, 50/P, 25/P, 24/P	
Количество активных отсчетов $Y$ на строку		1 920		
Количество активных строк		1 080		
Испытательный сигнал эквалайзера	Первая строка	21 (поле/сегмент 1)	42	
		584 (поле/сегмент 2)		
	Последняя строка (диапазон)	287–293 (поле/сегмент 1)	578–585	
		850–856 (поле/сегмент 2)		
	Значения данных <sup>(1)</sup>		Отсчеты	
	$768_{(10)} C_B$		0 ... 3 836	
	$408_{(10)} Y$		1 ... 3 837	
	$768_{(10)} C_R$		2 ... 3 838	
	$408_{(10)} Y$		3 ... 3 839	
	Слово управления полярностью		(Каждый второй кадр)	
Значение данных <sup>(1), (2)</sup> $400_{(10)} Y$		Строка 21 Отсчет 1	Строка 42 Отсчет 1	

ТАБЛИЦА 26 (окончание)

Значения отсчетов в контрольном поле SDI

Система		60/I, 30/PsF, 50/I, 25/PsF, 24/PsF	60/P, 30/P, 50/P, 25/P, 24/P	
Испытательный сигнал ФАПЧ	Первая строка (диапазон) <sup>(3)</sup>	288–294 (поле/сегмент 1)	579–586	
		851–857 (поле/сегмент 2)		
	Последняя строка	560 (поле/сегмент 1)	1 121	
		1 123 (поле/сегмент 2)		
	Значения данных <sup>(1)</sup>		Отсчеты	
	$512_{(10)} C_B$		0 ... 3 836	
	$272_{(10)} Y$		1 ... 3 837	
	$512_{(10)} C_R$		2 ... 3 838	
$272_{(10)} Y$		3 ... 3 839		

(1) Порядок значений данных для каждой пары значений отсчетов может быть изменен на обратный. Если принят порядок отсчетов, обратный тому, что указан в данной таблице, то слово управления полярностью будет ( $512_{(10)} Y$ ) (см. п. 3.4).

(2) Слово изменения полярности представляет собой замену первого отсчета сигнала  $Y$  в активной области изображения каждого второго кадра (см. п. 3.3).

(3) Предусмотрен диапазон номеров строк для перехода от одного испытательного сигнала к другому. Момент перехода в пределах этого диапазона строк должен быть одинаковым для всех полей (см. п. 4).

ТАБЛИЦА 27

**Контрольное поле SDI**

	Вертикальный интервал гашения
EAV SAV	Первая строка активного изображения 1-я половина активного поля $768_{(10)}$ , $408_{(10)}$ для тестирования эквалайзера <sup>(1)</sup>
Горизонтальный интервал гашения	2-я половина активного поля $512_{(10)}$ , $272_{(10)}$ для тестирования ФАПЧ <sup>(1)</sup> Последняя строка активного изображения

<sup>(1)</sup> Порядок значений данных для каждой пары значений отсчетов может быть изменен на обратный (см. п. 3.4).