

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1620-1
(03/2010)

**Структура данных для основанных
на стандарте DV аудиосигналов,
данных и сжатых видеоизображений,
передаваемых со скоростью 100 Мбит/с**

Серия ВТ
Радиовещательная служба
(телевизионная)



Предисловие

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

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

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. 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)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2011 г.

© ITU 2011

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.1620-1

Структура данных для основанных на стандарте DV аудиосигналов, данных и сжатых видеоизображений, передаваемых со скоростью 100 Мбит/с

(Вопрос МСЭ-R 12/6)

(2003-2010)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации установлена структура данных для интерфейса цифровых аудиосигналов, данных субкода и сжатых видеоизображений, передаваемых со скоростью 100 Мбит/с. Стандарт устанавливает процессы, требуемые для декодирования структуры данных, основанных на стандарте DV, в восемь каналов цифрового аудиосигнала стандарта AES на частоте 48 кГц, данные субкода и видеоизображения высокой четкости с разрешением $1920 \times 1080/60/I$, $1920 \times 1080/50/I$, $1280 \times 720/60/P$ и $1280 \times 720/50/P$.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в рамках профессионального телевизионного производства и постпроизводства были определены применения, для которых сжатие видеоизображений, основанных на стандарте DV, может предоставить эксплуатационные и экономические преимущества;
- b) что в рамках того же семейства сжатия были предложены три скорости передачи данных для обслуживания различных применений (25 Мбит/с, 50 Мбит/с и 100 Мбит/с);
- c) что сетки дискретизации для каждого из трех применений являются различными;
- d) что для международного обмена программным материалом высокой четкости МСЭ-R рекомендует применять Рекомендацию МСЭ-R ВТ.709;
- e) что элементы аудиосигналов, вспомогательных данных и метаданных составляют неотъемлемую часть этих применений;
- f) что эти элементы мультиплексируются в один поток данных для транспортирования и дальнейшей обработки;
- g) что качество сжатия и функциональные характеристики должны быть идентичными и воспроизводимыми в сложных производственных цепочках;
- h) что с этой целью следует определить все подробные данные, касающиеся параметров, которые используются для кодирования и мультиплексирования,

рекомендует

1 использовать параметры, приведенные в Приложениях 1 и 2, для применений в профессиональном телевизионном производстве и постпроизводстве, в которых используется основанное на стандарте DV сжатие при скорости 100 Мбит/с;

2 чтобы соответствие настоящей Рекомендации было добровольным. Однако Рекомендация может содержать определенные обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или применимости), а соответствие Рекомендации обеспечивается, если удовлетворены все обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "следует") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

Приложение 1

1 Краткое описание

В настоящей Рекомендации устанавливается, каким образом пакеты DIF и другие данные, например данные аудиосигнала и данные временного кода, форматируются для записи на записывающем устройстве, основанном на стандарте DV и определенном в других документах. Как показано на рисунке 1, обработанные данные аудиосигналов, видеоизображений и субкода являются выходным сигналом для записи на записывающем устройстве типа D-12. Кроме того, эти данные мультиплексируются в данные формата DIF (цифровой интерфейс) и подаются на выход через порт цифрового интерфейса для различных применений. Подробная информация о процессе, представленном на рисунке 1, приведена в пп. 3 и 4.

2 Аббревиатуры и акронимы, используемые в настоящей Рекомендации

AAUX	Audio auxiliary data	Вспомогательные данные аудиосигнала
AP1	Audio application ID	Идентификатор применения аудиосигнала
AP2	Video application ID	Идентификатор применения видеосигнала
AP3	Subcode application ID	Идентификатор применения субкода
APT	Track application ID	Идентификатор применения дорожки
Arb	Arbitrary	Произвольно
AS	AAUX source pack	Пакет источника AAUX
ASC	AAUX source control pack	Контрольный пакет источника AAUX
CGMS	Copy generation management system	Система управления созданием копий
CM	Compressed macro block	Сжатый макроблок
DBN	DIF block number	Номер блока DIF
DCT	Discrete cosine transform	Дискретное косинусное преобразование
DIF	Digital interface	Цифровой интерфейс
DRF	Direction flag	Флаг направления
Dseq	DIF sequence number	Номер последовательности DIF
DSF	DIF sequence flag	Флаг последовательности DIF
EFC	Emphasis audio channel flag	Флаг предыскажения в аудиоканале
EOB	End of block	Конец блока
LF	Locked mode flag	Флаг заблокированного режима
QNO	Quantization number	Номер уровня квантования
QU	Quantization	Квантование
Res	Reserved for future use	Зарезервировано для будущего использования
SCT	Section type	Тип секции
SMP	Sampling frequency	Частота дискретизации
SSYB	Subcode sync block	Синхроблок субкода
STA	Status of the compressed macro block	Состояние сжатого макроблока

STYPE	Signal type	Тип сигнала
Syb	Subcode sync block number	Номер синхроблока субкода
TF	Transmitting flag	Флаг передачи
VAUX	Video auxiliary data	Вспомогательные данные видеосигнала
VLC	Variable length coding	Кодирование с переменной скоростью
VS	VAUX source pack	Пакет источника VAUX
VSC	VAUX source control pack	Контрольный пакет источника VAUX

Справочные документы

Recommendation ITU-R BS.647 – A digital audio interface for broadcasting studios.

Рекомендация МСЭ-R BR.780 – Стандарты временного кода и кода управления для производственного применения в целях содействия международному обмену телевизионными программами, записанными на магнитной ленте.

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1847 – Формат изображения 1280 × 720, 16:9, получаемого путем построчного сканирования, для производства и международного обмена программами в среде с частотой 50 Гц.

Recommendation ITU-R ВТ.709 – Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange.

Recommendation ITU-R ВТ.1543 – 1280 × 720, 16 × 9 progressively-captured image format for production and international programme exchange in the 60 Hz environment.

Recommendation ITU-R ВТ.1616 – Data stream format for the exchange of DV-based audio, data and compressed video over interfaces complying with Recommendation ITU-R ВТ.1381.

3 Обработка данных

3.1 Общие сведения

Как показано на рисунке 1, обработанные данные аудиосигналов, видеоизображений и субкода являются выходным сигналом для записи на записывающем устройстве типа D-12.

3.1.1 Параметр кодирования видеоизображения

Компонентный сигнал источника, который следует обработать, должен удовлетворять параметрам видеоизображения, установленным в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.709, ВТ.1543 и ВТ.1847. Не все форматы могут поддерживаться всеми производителями.

3.1.2 Параметр кодирования аудиосигнала

Аудиосигнал должен быть дискретизирован с частотой 48 кГц при 16-битовом квантовании, определенном в Рекомендации МСЭ-R BS.647.

3.1.3 Данные субкода

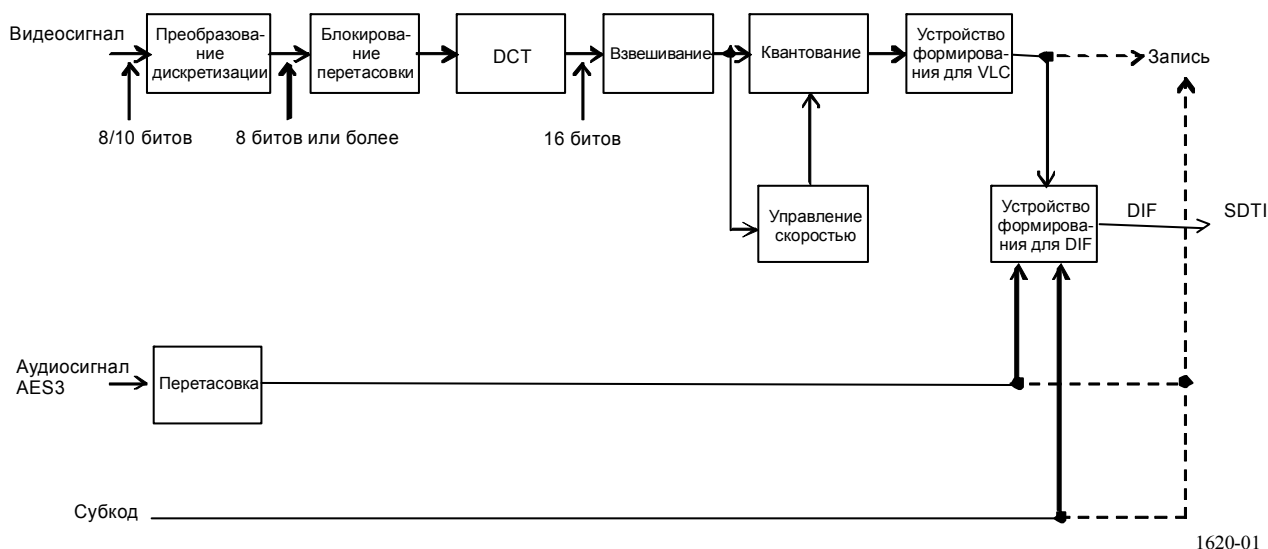
Формат временного кода в области субкода должен быть кодовым словом LTC и удовлетворять Рекомендации МСЭ-R BR.780.

Каждый кадр временного кода показывает количество кадров, которое соответствует каждому кадру видеоизображения в системе с чересстрочной разверткой формата 1920×1080 строк и двум кадрам видеоизображения в системе с прогрессивной разверткой формата 1280×720 строк.

3.1.4 Структура кадра

В системе с разрешением 1920×1080 строк данные видеоизображения, данные аудиосигнала и данные субкода в одном кадре видеоизображения должны обрабатываться в каждом кадре. В системе с разрешением 1280×720 строк эти данные в двух кадрах видеоизображения должны обрабатываться в пределах длительности одного кадра в системе 1920×1080 строк. Следовательно, аудиоданные и данные субкода в системе 1280×720 строк обрабатываются так же, как в системе 1920×1080 строк. Аудиоданные, соответствующие одному кадру видеоизображения в системе 1920×1080 строк и двум кадрам видеоизображения в системе 1280×720 строк, определяются как блок обработки аудиосигнала.

РИСУНОК 1
Блок-схема обработки данных



1620-01

3.2 Структура данных

Структура данных сжатого потока на цифровом интерфейсе показана на рисунке 2. Данные каждого кадра должны быть поделены на четыре канала DIF.

Каждый канал DIF должен быть поделен на 10 последовательностей DIF для системы 60 Гц¹ и 12 последовательностей DIF для системы 50 Гц.

Каждая последовательность DIF включает секцию заголовка, секцию субкода, секцию VAUX, аудиосекцию и видеосекцию со следующими блоками DIF, соответственно:

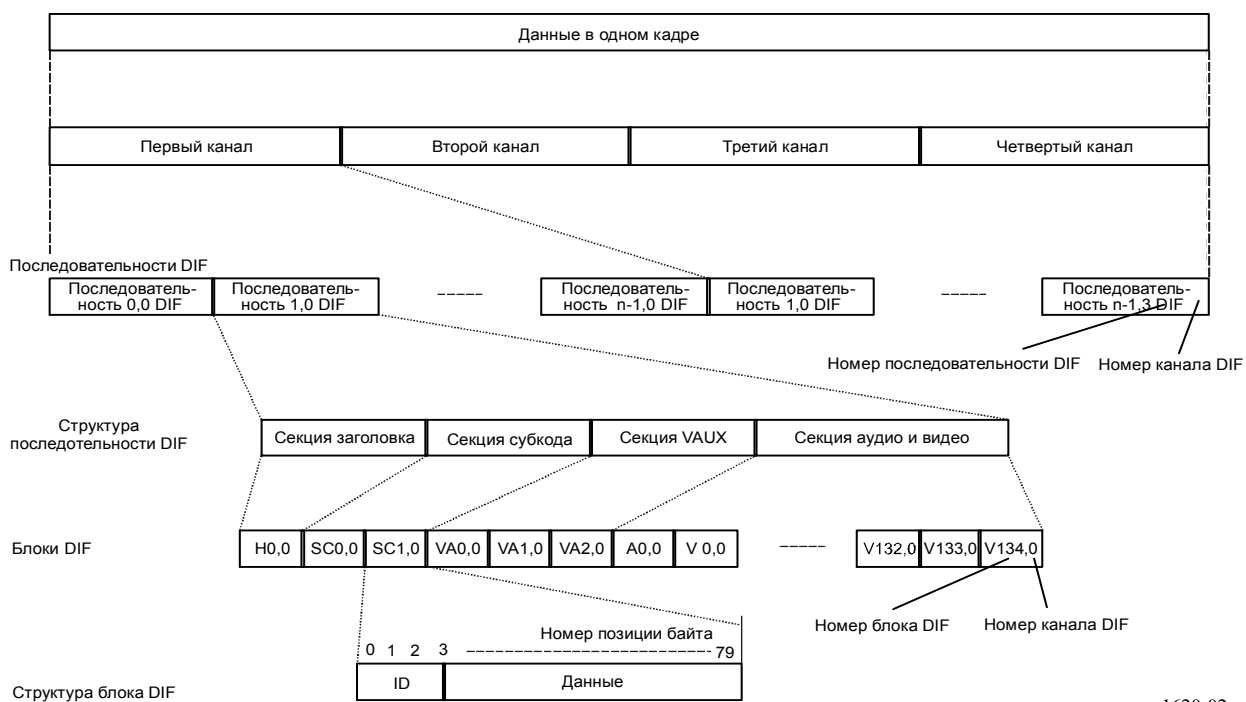
Секция заголовка:	1 блок DIF
Секция субкода:	2 блока DIF
Секция VAUX:	3 блока DIF
Секция аудиосигнала:	9 блоков DIF
Секция видеосигнала:	135 блоков DIF.

¹ Система 60 Гц включают также систему 60/1,001 Гц.

Как показано на рисунке 2, каждый блок DIF включает 3-байтовый идентификатор и данные в размере 77 байтов. Данные DIF пронумерованы от 0 до 79. На рисунке 3 показана структура данных последовательности DIF.

РИСУНОК 2

Структура данных



1620-02

где:

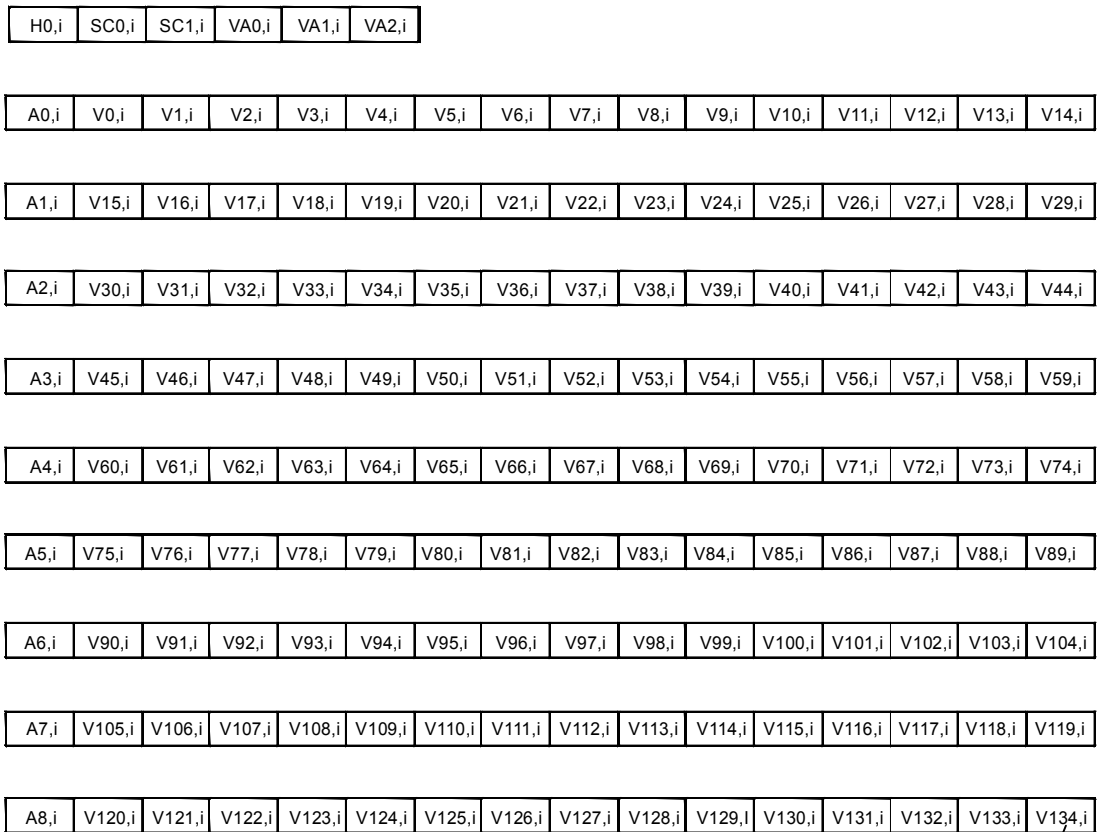
$n = 10$ для системы 60 Гц;

$n = 12$ для системы 50 Гц.

РИСУНОК 3

Структура данных последовательности DIF

Блоки DIF



Номер блока DIF
1620-03

где:

- i: номер канала DIF;
- i = 0,1,2,3;
- H0,i: блок DIF в секции заголовка;
- SC0,i–SC1,i: блоки DIF в секции субкода;
- VA0,i–VA2,i: блоки DIF в секции VAUX;
- A0,i–A8,i: блоки DIF в секции аудиосигнала;
- V0,i–V134,i: блоки DIF в секции видеоизображения.

3.3 Секция заголовка

3.3.1 Идентификатор

Часть идентификатора каждого блока DIF в секции заголовка, показанной на рисунке 2, должна состоять из трех байтов (ID0, ID1, ID2). В таблице 1 показано содержание идентификатора блока DIF.

ТАБЛИЦА 1
Данные идентификатора блока DIF

		Номер позиции байта		
		0	1	2
		ID0	ID1	ID2
MSB	SCT2	Dseq3	DBN7	
	SCT1	Dseq2	DBN6	
	SCT0	Dseq1	DBN5	
	Res	Dseq0	DBN4	
	Arb	FSC	DBN3	
	Arb	FSP2	DBN2	
	Arb	Res	DBN1	
LSB	Arb	Res	DBN0	

Идентификатор содержит следующую информацию:

- SCT: Тип секции (см. таблицу 2)
- Dseq: Номер последовательности DIF (см. таблицы 3 и 4)
- FSC, FSP: Идентификация канала блока DIF (см. таблицу 5)
- Бит FSP зарезервирован
- DBN: Номер блока DIF (см. таблицу 6)
- Arb: Произвольный бит
- Res: Бит, зарезервированный для будущего использования
Значение по умолчанию должно быть установлено на 1.

ТАБЛИЦА 2

Тип секции

Бит типа секции			Тип секции
SCT2	SCT1	SCT0	
0	0	0	Заголовок
0	0	1	Субкод
0	1	0	VAUX
0	1	1	Аудиосигнал
1	0	0	Видеоизображение
1	0	1	Зарезервировано
1	1	0	
1	1	1	

ТАБЛИЦА 3

Номер последовательности DIF для системы 60 Гц

Бит номера последовательности DIF				Номер последовательности DIF
Dseq3	Dseq2	Dseq1	Dseq0	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	Не используется
1	0	1	1	Не используется
1	1	0	0	Не используется
1	1	0	1	Не используется
1	1	1	0	Не используется
1	1	1	1	Не используется

ТАБЛИЦА 4

Номер последовательности DIF для системы 50 Гц

Бит номера последовательности DIF				Номер последовательности DIF
Dseq3	Dseq2	Dseq1	Dseq0	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	Не используется
1	1	0	1	Не используется
1	1	1	0	Не используется
1	1	1	1	Не используется

ТАБЛИЦА 5

Номер канала DIF

FSC	FSP	Номер канала DIF
0	1	0: первый канал
1	1	1: второй канал
0	0	2: третий канал
1	0	3: четвертый канал

ТАБЛИЦА 6
Номер блока DIF

Бит номера блока DIF								Номер блока DIF
DBN7	DBN6	DBN5	DBN4	DBN3	DBN2	DBN1	DBN0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	0	0	1	1	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1	0	0	0	0	1	1	0	134
1	0	0	0	0	1	1	1	Не используется
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1	1	1	1	1	1	1	1	Не используется

3.3.2 Данные

Часть данных (полезная нагрузка) каждого блока DIF в секции заголовка показана в таблице 7. Байты 3–7 являются активными, а байты 8–79 зарезервированы.

ТАБЛИЦА 7
Данные (полезная нагрузка) в секции заголовка

		Номер позиции байта							
		3	4	5	6	7	8	-----	79
MSB	DSF	Res	Res	TF1	TF2	TF3	Res	-----	Res
	0	Res	Res	Res	Res	Res	Res	-----	Res
	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	-----	Res
	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	-----	Res
	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	-----	Res
	Res	APT2	AP12	AP22	AP32	Res	-----	Res	
LSB	Res	APT1	AP11	AP21	AP31	Res	-----	Res	
	Res	APT0	AP10	AP20	AP30	Res	-----	Res	

DSF: Флаг последовательности DIF

0 = 10 последовательностей DIF, включенных в канал DIF (система 60 Гц)

1 = 12 последовательностей DIF, включенных в канал DIF (система 50 Гц)

Данные APT_n, AP1_n, AP2_n и AP3_n должны быть идентичны идентификаторам применения дорожки (APT_n = 001, AP1_n = 001, AP2_n = 001, AP3_n = 001), если источником сигнала является цифровой кассетный видеомаягнитофон (VCR) на основе стандарта DV. Если источник сигнала неизвестен, то все биты для этих данных должны быть установлены на 1.

TF: Флаг передачи

TF1: Флаг передачи блоков DIF аудиосигнала

TF2: Флаг передачи VAUX и блоки DIF видеосигнала

TF3: Флаг передачи блоков DIF субкода

0 = действительные данные

1 = недействительные данные.

Res: Бит, зарезервированный для будущего использования

Значение по умолчанию следует установить на 1.

3.4 Секция субкода

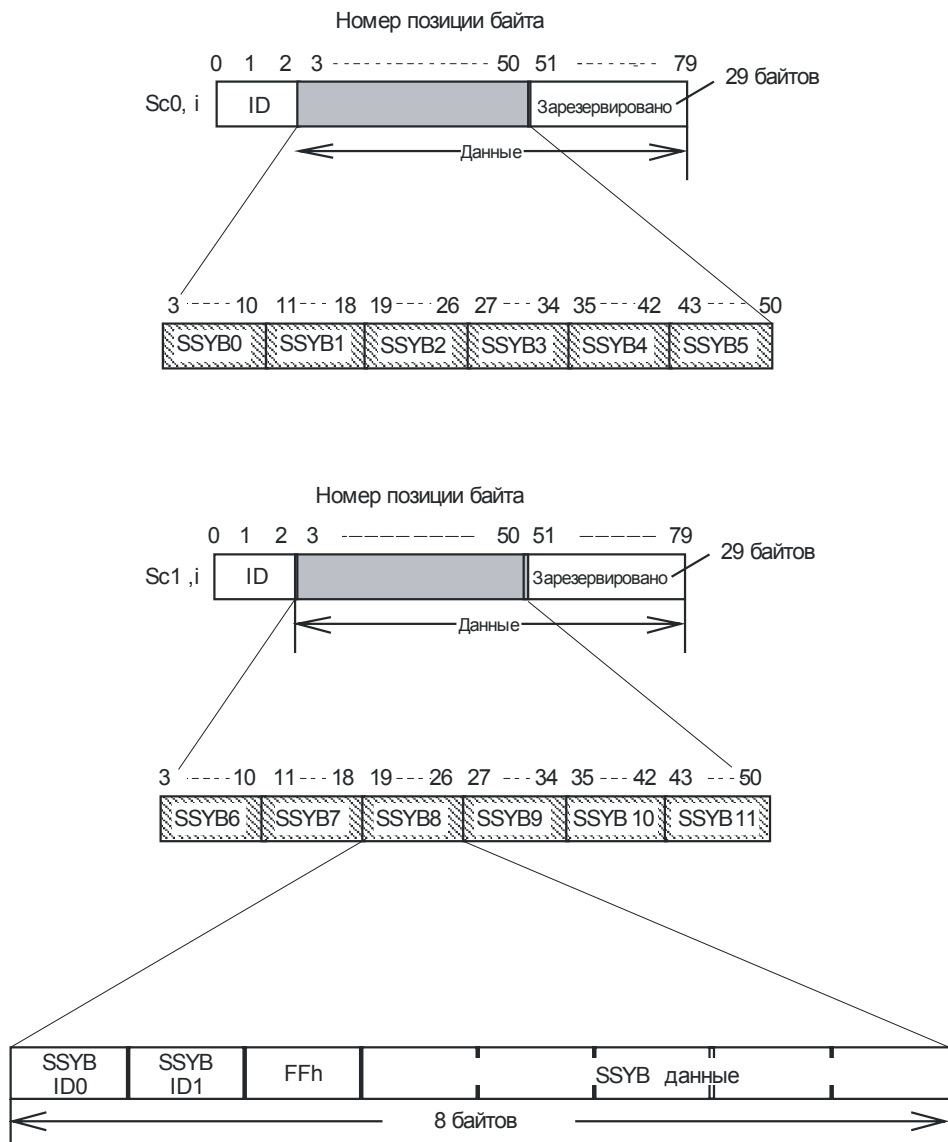
3.4.1 Идентификатор

Часть идентификатора каждого блока DIF в секции субкода должна быть такой же, как описано в п. 3.3.1. Тип секции должен быть 001.

3.4.2 Данные

Часть данных (полезная нагрузка) каждого блока DIF в секции субкода показана на рисунке 4. Данные субкода должны включать 6 SSYB, длина каждого из которых равна 48 байтов, и зарезервированную область размером 29 байтов в каждом соответствующем блоке DIF. Блоки SSYB в последовательности DIF пронумерованы от 0 до 11. Каждый блок SSYB должен состоять из идентификатора SSYB, равного 2 байтам, FF_h и полезной нагрузки данных SSYB длиной 5 байтов.

РИСУНОК 4
Данные в секции субкода



3.4.2.1 Идентификатор SSYB

В таблице 8 показаны части идентификатора SSYB (ID0, ID1). Он должен содержать идентификатор FR, идентификатор применения (AP3₂, AP3₁, AP3₀), (APT₂, APT₁, APT₀) и номер SSYB (Syb₃, Syb₂, Syb₁, Syb₀).

ТАБЛИЦА 8
Идентификатор SSYB

Позиция битов	Номер SSYB 0 и 6		Номер SSYB 1–5 и 7–10		Номер SSYB 11	
	ID0	ID1	ID0	ID1	ID0	ID1
b7	FR	Arb	FR	Arb	FR	Arb
b6	AP32	Arb	Res	Arb	APT2	Arb
b5	AP31	Arb	Res	Arb	APT1	Arb
b4	AP30	Arb	Res	Arb	APT0	Arb
b3	Arb	Syb3	Arb	Syb3	Arb	Syb3
b2	Arb	Syb2	Arb	Syb2	Arb	Syb2
b1	Arb	Syb1	Arb	Syb1	Arb	Syb1
b0	Arb	Syb0	Arb	Syb0	Arb	Syb0

ПРИМЕЧАНИЕ. – Arb = произвольный бит.

FR: Идентификация первой половины и второй половины каждого канала DIF.
1 = первая половина каждого канала DIF
0 = вторая половина каждого канала DIF.

Первая половина каждого канала DIF

Номер последовательности DIF 0, 1, 2, 3, 4 для системы 60 Гц

Номер последовательности DIF 0, 1, 2, 3, 4, 5 для системы 50 Гц.

Вторая половина каждого канала DIF

Номер последовательности DIF 5, 6, 7, 8, 9 для системы 60 Гц

Номер последовательности DIF 6, 7, 8, 9, 10, 11 для системы 50 Гц.

Если информация недоступна, все биты следует установить на 1.

3.4.2.2 Данные SSYB

Каждая полезная нагрузка данных SSYB должна состоять из пакета размером 5 байтов, как показано на рисунке 5. Таблица 9 представляет собой таблицу заголовка пакета (организация байта PC0). В таблице 10 показана структура пакета в данных SSYB для каждого канала DIF.

РИСУНОК 5

Пакет в синхроблоке SSYB

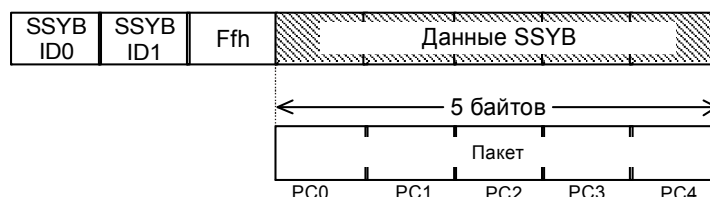


ТАБЛИЦА 9

Таблица заголовка пакета

<table border="1"> <tr> <td>ВЕРХНИЙ</td> <td>0000</td> <td>0001</td> <td>0010</td> <td>0011</td> <td>0100</td> <td>0101</td> <td>0110</td> <td>0111</td> <td>—</td> <td>1111</td> </tr> <tr> <td>НИЖНИЙ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ВЕРХНИЙ	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	—	1111	НИЖНИЙ																	ИСТОЧНИК АУДИОСИГНАЛА	ИСТОЧНИК ВИДЕОСИГНАЛА		
ВЕРХНИЙ	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	—	1111																						
НИЖНИЙ																																
0000																																
0001							УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ АУДИОСИГНАЛА	УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ ВИДЕОСИГНАЛА																								
0010																																
0011		ВРЕМЕННОЙ КОД																														
0100		ДВОИЧНАЯ ГРУППА																														
0101																																
1111										НЕТ ИНФОР- МАЦИИ																						

ТАБЛИЦА 10

Отображение пакетов в данных SSYB

Номер SSYB	Первая половина каждого канала DIF	Вторая половина каждого канала DIF
0	Зарезервировано	Зарезервировано
1	Зарезервировано	Зарезервировано
2	Зарезервировано	Зарезервировано
3	ТС	ТС
4	BG	Зарезервировано
5	ТС	Зарезервировано
6	Зарезервировано	Зарезервировано
7	Зарезервировано	Зарезервировано
8	Зарезервировано	Зарезервировано
9	ТС	ТС
10	BG	Зарезервировано
11	ТС	Зарезервировано

ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 ТС = Пакет временного кода.
- 2 BG = Пакет двоичной группы.
- 3 Зарезервировано = Значение по умолчанию всех битов следует установить на 1.
- 4 Данные ТС и BG одинаковы в пределах каждого кадра.
Данные временного кода – типа LCT.

3.4.2.2.1 Пакет временного кода (ТС)

В таблице 11 представлена структура пакета временного кода. Данные временного кода, преобразуемые в пакеты временного кода, должны быть теми же в пределах каждого кадра.

ТАБЛИЦА 11
Структура пакета временного кода
Система 60 Гц

	MSB				LSB			
PC0	0	0	0	1	0	0	1	1
PC1	CF	DF	ДЕСЯТКИ КАДРОВ		ЕДИНИЦЫ КАДРОВ			
PC2	PC	ДЕСЯТКИ СЕКУНД			ЕДИНИЦЫ СЕКУНД			
PC3	BGF0	ДЕСЯТКИ МИНУТ			ЕДИНИЦЫ МИНУТ			
PC4	BGF2	BGF1	ДЕСЯТКИ ЧАСОВ		ЕДИНИЦЫ ЧАСОВ			

Система 50 Гц

	MSB				LSB			
PC0	0	0	0	1	0	0	1	1
PC1	CF	Arb	ДЕСЯТКИ КАДРОВ		ЕДИНИЦЫ КАДРОВ			
PC2	BGF0	ДЕСЯТКИ СЕКУНД			ЕДИНИЦЫ СЕКУНД			
PC3	BGF2	ДЕСЯТКИ МИНУТ			ЕДИНИЦЫ МИНУТ			
PC4	PC	BGF1	ДЕСЯТКИ ЧАСОВ		ЕДИНИЦЫ ЧАСОВ			

ПРИМЕЧАНИЕ. – Подробная информация содержится в Рекомендации МСЭ-R ВР.780.

CF: Кадр цвета

0 = Несинхронизированный режим

1 = Синхронизированный режим.

DF: Флаг пропущенных кадров

0 = Временной код непропущенных кадров

1 = Временной код.

PC: Коррекция полярности двухфазной метки

0 = Четный

1 = Нечетный.

BGF: Флаг двоичной группы

Arb: Произвольный бит.

3.4.2.2.2 Пакет двоичной группы (BG)

В таблице 12 показана структура пакета двоичной группы. Данные двоичной группы, преобразуемые в пакеты двоичной группы, должны быть одинаковыми в пределах каждого кадра.

ТАБЛИЦА 12

Структура пакета двоичной группы

	MSB				LSB			
PC0	0	0	0	1	0	1	0	0
PC1	ДВОИЧНАЯ ГРУППА 2				ДВОИЧНАЯ ГРУППА 1			
PC2	ДВОИЧНАЯ ГРУППА 4				ДВОИЧНАЯ ГРУППА 3			
PC3	ДВОИЧНАЯ ГРУППА 6				ДВОИЧНАЯ ГРУППА 5			
PC4	ДВОИЧНАЯ ГРУППА 8				ДВОИЧНАЯ ГРУППА 7			

3.5 Секция VAUX

3.5.1 Идентификатор

Часть идентификатора каждого блока DIF в секции VAUX должна быть такой же, как описано в п. 3.3.1. Тип секции должен быть 010.

3.5.2 Данные

Часть данных (полезная нагрузка) каждого блока DIF в секции VAUX показана на рисунке 6. На этом рисунке показана структура пакета VAUX для каждой последовательности DIF.

Должно быть 15 пакетов, длина каждого из которых равна 5 байтам, и два зарезервированных байта в каждой полезной нагрузке блока DIF VAUX. Значение по умолчанию зарезервированного байта следует установить на FF_h.

Поэтому в последовательности DIF должно быть 45 пакетов. Пакеты VAUX в блоках DIF последовательно пронумерованы от 0 до 44. Этот номер называется номером видеопакета.

РИСУНОК 6

Данные в секции VAUX



В таблице 13 показано преобразование пакетов VAUX блоков DIF VAUX. В каждом кадре должны быть один пакет источника VAUX (VS) и один контрольный пакет источника VAUX (VSC). Оставшиеся пакеты VAUX блоков DIF в последовательности DIF зарезервированы, а значением всех зарезервированных слов следует установить FF_h.

Если данные VAUX не передаются, то следует передавать пакет "НЕТ ИНФОРМАЦИИ" (NO INFO), который должен быть заполнен FF_h.

ТАБЛИЦА 13

Преобразование пакета VAUX в последовательность DIF

Пакет		Номер	Данные пакета
Четная последовательность DIF	Нечетная последовательность DIF		
39		0	VS
40		1	VSC

Четная последовательность DIF:

Номер последовательности DIF 0, 2, 4, 6, 8 для системы 60 Гц

Номер последовательности DIF 0, 2, 4, 6, 8, 10 для системы 50 Гц.

Нечетная последовательность DIF:

Номер последовательности DIF 1, 3, 5, 7, 9 для системы 60 Гц

Номер последовательности DIF 1, 3, 5, 7, 9, 11 для системы 50 Гц.

3.5.2.1 Пакет источника VAUX (VS)

В таблице 14 показана структура пакета источника VAUX.

ТАБЛИЦА 14

Структура пакета источника VAUX

	MSB				LSB				
PC0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
PC1	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res
PC2	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res
PC3	Res	Res	50/60	STYPE					
PC4	0	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res

50/60:

0 = Система 60 Гц

1 = Система 50 Гц.

STYPE: Тип видеосигнала

Для системы 60 Гц

1 0 1 0 0 b = 1920 × 1080/60/I – сжатие 100 Мбит/с

1 0 1 0 1 b = Зарезервировано

1 1 0 0 0 b = 1280 × 720/60/P – сжатие 100 Мбит/с

Другие = Зарезервированы.

Для системы 50 Гц

1 0 1 0 0 b = 1920 × 1080/50/I – сжатие 100 Мбит/с

1 1 0 0 0 b = 1280 × 720/50/P – сжатие 100 Мбит/с

Другие значения = Зарезервированы.

Res: Зарезервировано для будущего использования
Значением по умолчанию следует установить 1.

3.5.2.2 Контрольный пакет источника VAUX

В таблице 15 показана структура контрольного пакета источника VAUX.

ТАБЛИЦА 15

Структура контрольного пакета источника VAUX

	MSB				LSB			
PC0	0	1	1	0	0	0	0	1
PC1	CGMS		Res	Res	Res	Res	Res	Res
PC2	Res	Res	0	0	Res	DISP		
PC3	FF	FS	FC	Res	Res	Res	0	0
PC4	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res

CGMS: Система управления созданием копий

0 0 b = Без создания копии

Другие = Зарезервированы.

DISP: Режим выбора формата экрана

0 1 0 b = 16:9

Другие = Зарезервированы.

FF: Флаг кадра/поля

Для системы с разрешением 1920 × 1080 строк (см. таблицу 16)

FF указывает, доставляются ли два последовательных поля или одно поле повторяется дважды в течение одного периода видеокadra (см. таблицу 16).

0 = Только одно из двух полей доставляется дважды.

1 = Оба поля доставляются по порядку.

Для системы с разрешением 1280 × 720 строк

FF указывает, доставляются ли два последовательных видеокadra или один видеокادر повторяется дважды в течение периода двух видеокadров.

0 = Только один из двух видеокadров доставляется дважды

1 = Оба видеокadra доставляются по порядку.

FS: Флаг первого/второго поля

Для системы с разрешением 1920 × 1080 строк (см. таблицу 16)

FS указывает поле, которое доставляется в течение периода одного поля (см. таблицу 16).

0 = Поле 2 доставлено

1 = Поле 1 доставлено.

Для системы с разрешением 1280 × 720 строк (см. таблицу 17)

FS указывает видеокادر, который доставляется в течение периода одного видеокadra.

0 = Поле 2 доставлено

1 = Поле 1 доставлено.

ТАБЛИЦА 16

FF/FS для системы с разрешением 1920 × 1080 строк

FF	FS	Поле на выходе
1	1	Поле 1 и поле 2 подаются на выход в этом порядке (последовательность 1,2)
1	0	Поле 2 и поле 1 подаются на выход в этом порядке (последовательность 2,1)
0	1	Поле 1 подается на выход дважды
0	0	Поле 2 подается на выход дважды

ТАБЛИЦА 17

FF/FS для системы с разрешением 1280 × 720 строк

FF	FS	Кадр видеосигнала на выходе
1	1	Кадр видеосигнала 1 и кадр видеосигнала 2 подаются на выход в этом порядке (последовательность 1,2)
1	0	Кадр видеосигнала 2 и кадр видеосигнала 1 подаются на выход в этом порядке (последовательность 2,1)
0	1	Кадр видеосигнала 1 подается на выход дважды
0	0	Кадр видеосигнала 2 подается на выход дважды

FC: Флаг изменения кадра

Для системы с разрешением 1920 × 1080 строк

FC указывает, повторяется ли изображение текущего видеокadra исходя из следующего непосредственно перед ним видеокadra.

0 = То же изображение, как предыдущий видеокadra

1 = Изображение, отличное от предыдущего видеокadra.

Для системы 1280 × 720 строк

FC указывает, повторяется ли изображение текущих двух видеокadров исходя из следующих непосредственно перед ними двух видеокadров.

0 = То же изображение как предыдущие два видеокadra

1 = Изображение, отличное от предыдущих двух видеокadров.

Res: Зарезервировано для будущего использования

Значение по умолчанию должно быть установлено на 1.

3.6 Аудиосекция

3.6.1 Идентификатор

Часть идентификатора каждого блока DIF в аудиосекции должна быть такой же, как описано в п. 3.3.1. Тип секции должен быть 011.

3.6.2 Данные

Часть данных (полезная нагрузка) каждого блока DIF в аудиосекции показана на рисунке 7. Данные блока DIF в аудиосекции должны состоять из 5 байтов вспомогательных аудиоданных (AAUX) и 72 байтов аудиоданных, которые закодированы и перетасовываются с помощью процесса, описанного в пп. 3.6.2.1 и 3.6.2.2.

РИСУНОК 7

Данные в секции аудиосигнала

Номер позиции байта

0	1	2	3	7	8	79	
ID		Вспомогательные аудиоданные				Аудиоданные			

1620-07

3.6.2.1 Кодирование аудиосигнала

3.6.2.1.1 Кодирование источника

Каждый входной аудиосигнал должен быть дискретизирован с частотой 48 кГц при 16-битовом квантовании. Система обеспечивает восемь аудиоканалов. Аудиоданные для каждого аудиоканала расположены в каждом соответствующем аудиоблоке.

3.6.2.1.2 Предыскажение

Кодирование аудиосигнала должно осуществляться вместе с предыскажением первого порядка 50/15 мкс. При записи аналогового входного сигнала предыскажение должно быть отключено – состояние по умолчанию.

3.6.2.1.3 Код ошибки аудиосигнала

В закодированных данных аудиосигнала значение 8000_h следует присвоить в качестве кода ошибки аудиосигнала для указания недействительной выборки аудиосигнала. Этот код соответствует отрицательному полномасштабному значению в обычном дополнительном коде. Если закодированные данные включают значение 8000_h , то оно должно быть преобразовано в 8001_h .

3.6.2.1.4 Относительная синхронизация аудио- и видеосигналов

Система с разрешением 1920×1080 строк

Кадр аудиосигнала должен начинаться вместе с отсчетом аудиосигнала, сделанным в пределах длительности минус 50 отсчетов относительно нулевых отсчетов от начала строки номер 1.

Система с разрешением 1280×720 строк

Аудиокадр должен начинаться вместе с отсчетом аудиосигнала, сделанным в пределах длительности минус 50 отсчетов относительно нулевых отсчетов от начала строки номер 1 видеокadra 1.

3.6.2.1.5 Обработка аудиокадра

Аудиоданные должны обрабатываться в каждом аудиокадре. Каждый аудиокадр должен содержать 1602 или 1600 отсчетов аудиосигнала для системы 60 Гц или 1920 отсчетов аудиосигнала для системы 50 Гц в случае аудиоканала с соответствующими статусом, пользователем и данными проверки действительности. Для системы 60 Гц ряд отсчетов аудиосигналов на каждый аудиокадр должен следовать после последовательности пяти кадров, как показано ниже:

1600, 1602, 1602, 1602, 1602 отсчетов.

Один аудиокадр должен допускать 1620 отсчетов в случае системы 60 Гц или 1944 отсчета в случае системы 50 Гц. Неиспользованное пространство в конце каждого кадра аудиосигнала заполняется произвольными значениями.

3.6.2.2 Перетасовка аудиоданных

Данные 16-битового слова аудиоданных должны быть поделены на два байта. Верхний байт должен содержать наибольший значащий байт (MSB), а нижний байт должен включать наименьший значащий байт (LSB), как показано на рисунке 8. Аудиоданные должны быть перетасованы в пределах последовательностей DIF и блоков DIF в рамках аудиокадра. Байты данных определяются как D_n ($n = 0, 1, 2, \dots$), которая дискретизируется в n -ом порядке в рамках аудиокадра, и перетасовываются с каждым элементом D_n .

Данные должны быть перетасованы с помощью процесса, выражаемого следующими уравнениями:

Система 60 Гц –

Номер канала DIF: $i = 0$: аудиоканалы CH1,CH2

$i = 1$: аудиоканалы CH3,CH4

$i = 2$: аудиоканалы CH5,CH6

$i = 3$: аудиоканалы CH7,CH8

Номер последовательности DIF: $(\text{INT}(n/3) + 2 \times (n \bmod 3)) \bmod 5$ для

аудиоканалов CH1,CH3,CH5,CH7

$(\text{INT}(n/3) + 2 \times (n \bmod 3)) \bmod 5 + 5$ для

аудиоканалов CH2,CH4,CH6,CH8

Номер аудиоблока DIF: $3 \times (n \bmod 3) + \text{INT}((n \bmod 45) / 15)$

номер позиции байта: $8 + 2 \times \text{INT}(n/45)$ для наиболее значащего байта

$9 + 2 \times \text{INT}(n/45)$ для наименее значащего байта,

где n = от 0 до 1619.

Система 50 Гц –

Номер канала DIF: $i = 0$: аудиоканалы CH1,CH2

$i = 1$: аудиоканалы CH3,CH4

$i = 2$: аудиоканалы CH5,CH6

$i = 3$: аудиоканалы CH7,CH8

Номер последовательности DIF: $(\text{INT}(n/3) + 2 \times (n \bmod 3)) \bmod 6$ CH1,CH3,CH5,CH7

$(\text{INT}(n/3) + 2 \times (n \bmod 3)) \bmod 6 + 6$ CH2,CH4,CH6,CH8

Номер аудиоблока DIF: $3 \times (n \bmod 3) + \text{INT}((n \bmod 54) / 18)$

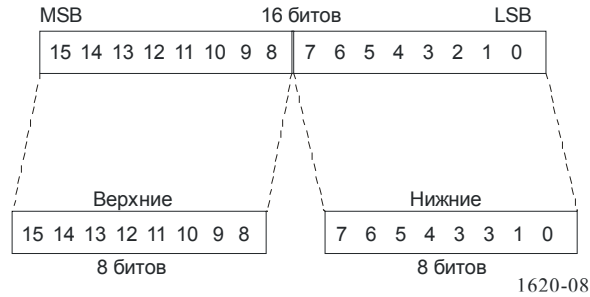
номер позиции байта: $8 + 2 \times \text{INT}(n/54)$ для наиболее значащего байта

$9 + 2 \times \text{INT}(n/54)$ для наименее значащего байта,

где n = от 0 до 1943.

РИСУНОК 8

Преобразование выборки аудиосигнала в байты аудиоданных



3.6.2.3 Вспомогательные аудиоданные (AAUX)

Вспомогательные аудиоданные AAUX следует добавить к перетасованным аудиоданным, как показано на рисунках 7 и 9. Пакет AAUX должен включать заголовок пакета AAUX и данные (полезная нагрузка AAUX). Длина пакета AAUX должна составлять 5 байтов, как показано на рисунке 9, который описывает структуру пакета AAUX. Аудиопакеты пронумерованы от 0 до 8, как показано на рисунке 9. Этот номер называется номером аудиопакета.

В таблице 18 показана структура пакета AAUX. Один пакет источника AAUX (AS) и один контрольный пакет источника (ASC) следует включить в сжатый поток.

РИСУНОК 9

Структура пакетов AAUX во вспомогательных аудиоданных

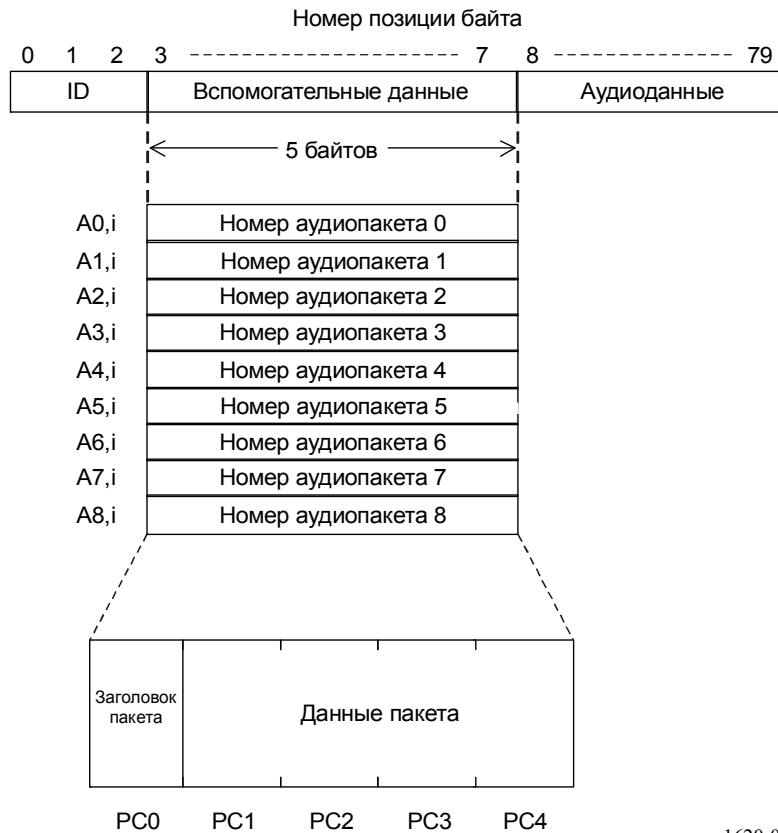


ТАБЛИЦА 18

Преобразование пакета AAUX в последовательность DIF

Аудиопакет		Номер	Данные пакета
Четная последовательность DIF	Нечетная последовательность DIF		
3		0	AS
4		1	ASC

Четная последовательность DIF:

Номер последовательности DIF 0, 2, 4, 6, 8 для системы 60 Гц

Номер последовательности DIF 0, 2, 4, 6, 8, 10 для системы 50 Гц.

Нечетная последовательность:

Номер последовательности DIF 1, 3, 5, 7, 9 для системы 60 Гц

Номер последовательности DIF 1, 3, 5, 7, 9, 11 для системы 50 Гц.

3.6.2.3.1 Пакет источника AAUX (AS)

Пакет источника AAUX должен иметь структуру, показанную в таблице 19.

ТАБЛИЦА 19

Структура пакета источника AAUX

	MSB				LSB			
PC0	0	1	0	1	0	0	0	0
PC1	LF	Res	AF SIZE					
PC2	0	CHN		Res	AUDIO MODE			
PC3	Res	Res	50/60	STYPE				
PC4	Res	Res	SMP			QU		

LF: Флаг режима блокировки

Условие блокировки частоты дискретизации аудиосигнала с видеосигналом.

0 = Режим блокировки

1 = Зарезервировано.

AF SIZE: Количество отсчетов аудиосигнала на кадр

0 1 0 1 0 0 b = 1600 отсчетов/кадр (система 60 Гц)

0 1 0 1 1 0 b = 1602 отсчетов/кадр (система 60 Гц)

0 1 1 0 0 0 b = 1920 отсчетов/кадр (система 50 Гц)

Другие = Зарезервированы.

CHN: Количество аудиоканалов в аудиоблоке

0 0 b = Один аудиоканал на аудиоблок

Другие = Зарезервированы

Аудиоблок состоит из 45 блоков DIF (9 блоков DIF x 5 последовательностей DIF) для системы 60 Гц и 54 блока DIF (9 блоков DIF x 6 последовательностей DIF) для системы 50 Гц.

AUDIO MODE: Содержание аудиосигнала в каждом аудиоканале

0 0 0 0 b = Аудиоканалы CH1, CH3, CH5, CH7

0 0 0 1 b = Аудиоканалы CH2, CH4, CH6, CH8

1 1 1 1 b = Недействительные аудиоданные

Другие = Зарезервированы.

50/60:

0 = Система 60 Гц

1 = Система 50 Гц.

STYPE: Аудиоблоки для каждого кадра
 0 0 0 1 1 b = 8 аудиоблоков
 Другие = Зарезервированы.

SMP: Частота дискретизации
 0 0 0 b = 48 кГц
 Другие = Зарезервированы.

QU: Квантование
 0 0 0 b = линейное 16 бит
 Другие = Зарезервированы.

Res: Бит, зарезервированный для будущего использования
 Значение по умолчанию следует установить на 1.

3.6.2.3.2 Контрольный пакет источника AAUX (ASC)

Контрольный пакет источника AAUX должен иметь структуру, показанную в таблице 20.

ТАБЛИЦА 20

Структура контрольного пакета источника AAUX

	MSB				LSB			
PC0	0	1	0	1	0	0	0	1
PC1	CGMS		Res	Res	Res	Res	EFC	
PC2	REC ST	REC END	FADE ST	FADE END	Res	Res	Res	Res
PC3	DRF	SPEED						
PC4	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res	Res

CGMS: Система управления созданием копий
 0 0 b = Без создания копии
 Другие = Зарезервированы.

EFC: Флаг предискажения аудиоканала
 0 0 b = Предискажение выключено
 0 1 b = Предискажение включено
 Другие = Зарезервированы
 EFC следует устанавливать для каждого аудиоблока.

REC ST: Точка начала записи
 0 = Точка начала записи
 1 = Не точка начала записи
 В кадре начала записи REC ST устанавливается на ноль при длительности одного аудиоблока, равной пяти или шести последовательностям DIF для каждого аудиоканала.

REC END: Конец записи
 0 = Конец записи
 1 = Не конец записи
 На заключительном кадре записи REC END устанавливается на ноль при длительности одного аудиоблока, равной пяти или шести последовательностям DIF для каждого аудиоканала.

FADE ST: Плавный ввод в момент начала записи
 0 = Отключение плавного ввода
 1 = Включение плавного ввода

Информация FADE ST является действительной только в кадре начала записи (REC ST = 0). Если FADE ST равен 1 в кадре начала записи, то выходной аудиосигнал должен быть плавно введен, начиная с первого сигнала дискретизации кадра. Если FADE ST равен 0 в кадре начала записи, то уровень выходного аудиосигнала не должен подвергаться плавному изменению.

FADE END: Плавный вывод в конце записи

0 = Отключение плавного вывода

1 = Включение плавного вывода

Информация FADE END является действительной только в кадре окончания записи (REC END = 0). Если FADE END равен 1 в кадре окончания записи, то выходной аудиосигнал должен быть плавно выведен к моменту последнего сигнала кадра. Если FADE END равен 0 в кадре окончания записи, то выходной аудиосигнал не должен подвергаться плавному изменению.

DRF: Флаг направления

0 = Направление "назад"

1 = Направление "вперед".

SPEED: Скорость "челнока" видеоманитофона (см. таблицу 21).

ТАБЛИЦА 21

Определение кода SPEED

Кодовое слово MSB LSB	Скорость "челнока" ВМ	
	Система 60 Гц	Система 50 Гц
0000000	0/120 (=0)	0/100 (=0)
0000001	1/120	1/100
:	:	:
1100100	100/120	100/100 (=1)
:	:	Зарезервирован
1111000	120/120 (=1)	Зарезервирован
:	Зарезервирован	Зарезервирован
1111110	Зарезервирован	Зарезервирован
1111111	Недействительные данные	Недействительные данные

Зарезервирован: Бит, зарезервированный для будущего использования.
Значение по умолчанию следует установить на 1.

3.7 Видеосекция

3.7.1 Идентификатор

Часть идентификатора каждого блока DIF в видеосекции должна быть такой же, как описано в п. 3.3.1. Тип секции должен быть 100.

3.7.2 Данные

Часть данных (полезная нагрузка) каждого блока DIF в видеосекции состоит из 77 байтов видеоданных, которые должны быть дискретизированы, перетасованы и закодированы. Видеоданные каждого кадра должны быть обработаны, как описано в пункте 4. Эти данные объемом 77 байтов называются сжатым макроблоком.

3.7.2.1 Блок DIF и сжатый макроблок

Соответствие между блоками видеосигнала DIF и сжатыми макроблоками CM $h_i j_k$ показано в таблице 22 (для системы 60 Гц), таблице 23 (для системы 1920 × 1080/50/I) и таблице 24 (для системы 1280 × 720/50/P).

Правило, определяющее соответствие между блоками DIF видеосигнала и сжатыми макроблоками, представлено ниже:

Системы 60 Гц и 1280 × 720/50/P –

```
for(h=0; h<4; h++){
  for(s=0; s<2; s++){
    for(k=0; k<27; k++){
      for(t=0; t<5; t++){
        a = (4h + s + 2t + 2) mod 10;
        b = (4h + s + 2t + 6) mod 10;
        c = (4h + s + 2t + 8) mod 10;
        d = (4h + s + 2t + 0) mod 10;
        e = (4h + s + 2t + 4) mod 10;
        DBNq = (5t + 25k) mod 135;
        DSNp = INT((5t + 25k + 675s) / 135);

        V DBNq, h of DSNp = CM h,a,2,k
        V (DBNq + 1), h of DSNp = CM h,b,1,k
        V (DBNq + 2), h of DSNp = CM h,c,3,k
        V (DBNq + 3), h of DSNp = CM h,d,0,k
        V (DBNq + 4), h of DSNp = CM h,e,4,k
      }
    }
  }
}
```

где

DBNq: Номер блока DIF
 DSNp: Номер последовательности DIF
 h: Разделенный блок
 s, t: Вертикальная позиция суперблока
 k: Позиция макроблока в суперблоке.

Система 1920 × 1080/50/I –

```
for(h=0; h<4; h++){
  for(k=0; k<27; k++){
    for(i=0; i<11; i++){
      a = (4h + i + 2) mod 11;
      b = (4h + i + 6) mod 11;
      c = (4h + i + 8) mod 11;
      d = (4h + i + 0) mod 11;
      e = (4h + i + 4) mod 11;
      DBNq = (5i + 55k) mod 135;
      DSNp = INT((5i + 55k) / 135);

      V DBNq, h of DSNp = CM h,a,2,k
      V (DBNq + 1), h of DSNp = CM h,b,1,k
      V (DBNq + 2), h of DSNp = CM h,c,3,k
      V (DBNq + 3), h of DSNp = CM h,d,0,k
      V (DBNq + 4), h of DSNp = CM h,e,4,k
    }
  }
}
for(k=0; k<27; k++){
  DBNq = 5k;
  DSNp = 11;

  V DBNq, 0 of DSNp = CM 0,11,0,k
  V (DBNq + 1), 0 of DSNp = CM 0,11,1,k
  V (DBNq + 2), 0 of DSNp = CM 0,11,2,k
```

V (DBNq + 3), 0 of DSNp = CM 0,11,3,k
 V (DBNq + 4), 0 of DSNp = CM 0,11,4,k

}
 где

DBNq: Номер блока DIF
 DSNp: Номер последовательности DIF
 h: Разделенный блок
 i: Вертикальная позиция суперблока
 k: Позиция макроблока в суперблоке.

ТАБЛИЦА 22

Блоки DIF видеосигнала и сжатые макроблоки для системы 60 Гц

Номер канала DIF	Номер последовательности DIF	Блок DIF	Сжатый макроблок
0	0	V 0,0	CM 0,2,2,0
		V 1,0	CM 0,6,1,0
		V 2,0	CM 0,8,3,0
		V 3,0	CM 0,0,0,0
		V 4,0	CM 0,4,4,0
	:	:	
	:	:	
1	0	V 134,0	CM 0,3,4,26
		V 0,1	CM 1,6,2,0
		V 1,1	CM 1,0,1,0
		V 2,1	CM 1,2,3,0
		V 3,1	CM 1,4,0,0
	V 4,1	CM 1,8,4,0	
	:	:	
:	:		
3	0	V 9	:
		V 134,1	CM 1,7,4,26
		V 0,3	CM 3,4,2,0
		V 1,3	CM 3,8,1,0
		V 2,3	CM 3,0,3,0
	V 3,3	CM 3,2,0,0	
	V 4,3	CM 3,6,4,0	
:	:		
:	:		
9	9	:	:
		V 134,3	CM 3,5,4,26

ТАБЛИЦА 23

**Блоки DIF видеосигнала и сжатые макроблоки
для системы 1920 × 1080/50/1**

Номер канала DIF	Номер последовательности DIF	Блок DIF	Сжатый макроблок	
0	0	V 0,0	CM 0,2,2,0	
		V 1,0	CM 0,6,1,0	
		V 2,0	CM 0,8,3,0	
		V 3,0	CM 0,0,0,0	
		V 4,0	CM 0,4,4,0	
		:	:	
	:	:	:	
	10	:	:	
		V 134,0	CM 0,3,4,26	
	11		V 0,0	CM 0,11,0,0
			V 1,0	CM 0,11,1,0
			:	:
			V 134,0	CM 0,11,4,26
	1	0	V 0,1	CM 1,6,2,0
V 1,1			CM 1,10,1,0	
V 2,1			CM 1,1,3,0	
V 3,1			CM 1,4,0,0	
V 4,1			CM 1,8,4,0	
:			:	
:		:	:	
10		:	:	
		V 134,1	CM 1,7,4,26	
11			V 0,1	—
			:	:
			V 134,1	—
:		:	:	:
3		0	V 0,3	CM 3,3,2,0
	V 1,3		CM 3,7,1,0	
	V 2,3		CM 3,9,3,0	
	V 3,3		CM 3,1,0,0	
	V 4,3		CM 3,5,4,0	
	:		:	
	:	:	:	
	10	:	:	
		V 134,3	CM 3,4,4,26	
	11		V 0,3	—
			:	:
			V 134,3	—

ТАБЛИЦА 24

**Блоки DIF видеосигнала и сжатые макроблоки
для системы 1280 × 720/50/P**

Номер канала DIF	Номер последовательности DIF	Блок DIF	Сжатый макроблок	
0	0	V 0,0	CM 0,2,2,0	
		V 1,0	CM 0,6,1,0	
		V 2,0	CM 0,8,3,0	
		V 3,0	CM 0,0,0,0	
		V 4,0	CM 0,4,4,0	
	:	:	:	
	:	:	:	
	9	:	:	
		V 134,0	CM 0,3,4,26	
	10		V 0,0	—
			:	:
			V 134,0	—
	11		V 0,0	—
			:	:
			V 134,0	—
1	0	V 0,1	CM 1,6,2,0	
		V 1,1	CM 1,0,1,0	
		V 2,1	CM 1,2,3,0	
		V 3,1	CM 1,4,0,0	
		V 4,1	CM 1,8,4,0	
	:	:	:	
	:	:	:	
	9	:	:	
		V 134,1	CM 1,7,4,26	
	10		V 0,1	—
			:	:
			V 134,1	—
	11		V 0,1	—
			:	:
			V 134,1	—
:	:	:	:	
3	0	V 0,3	CM 3,4,2,0	
		V 1,3	CM 3,8,1,0	
		V 2,3	CM 3,0,3,0	
		V 3,3	CM 3,2,0,0	
		V 4,3	CM 3,6,4,0	
	:	:	:	
	:	:	:	
	9	:	:	
		V 134,3	CM 3,5,4,26	
	10		V 0,3	—
			:	:
			V 134,3	—
	11		V 0,3	—
			:	:
			V 134,3	—

4 Сжатие видеоизображений

В этом разделе описана обработка сжатого видеоизображения для системы $1920 \times 1080/60/I$, системы $1920 \times 1080/50/I$, системы $1280 \times 720/60/P$ и системы $1280 \times 720/50/P$.

4.1 Структура видеоизображения

4.1.1 Структура дискретизации видеоизображения

Структура дискретизации видеоизображения должна удовлетворять Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 для системы с разрешением 1920×1080 строк и Рекомендациям МСЭ-R ВТ.1543 и ВТ.1847 для систем с разрешением 1280×720 строк. Формирование сигналов яркости (Y) и двух цветоразностных сигналов (C_R , C_B) описано в таблице 25. Преобразование отсчета из 10-битового входного видеосигнала в 8 битов или более обеспечивается процессом повторной дискретизации (первый блок обработки на рисунке 1).

4.1.1.1 Пиксельная структура кадра видеоизображения

Система $1920 \times 1080/60/I$

1920 пикселей сигнала яркости и 960 пикселей каждого из цветоразностных сигналов на строку должны передаваться, как показано на рисунке 10. Точка начала дискретизации в активном периоде сигналов C_R и C_B должна быть той же, что и точка начала дискретизации в активном периоде сигнала Y. Каждый пиксель должен быть преобразован в дополнительный код (от -508 до 507) путем инвертирования MSB входного видеосигнала.

Система $1920 \times 1080/50/I$

1920 пикселей сигнала яркости и 960 пикселей каждого из цветоразностных сигналов на строку должны передаваться, как показано на рисунке 11. Точка начала дискретизации в активном периоде сигналов C_R и C_B должна быть той же, что и точка начала дискретизации в активном периоде сигнала Y. Каждый пиксель должен быть преобразован в дополнительный код (от -508 до 507) путем инвертирования MSB входного видеосигнала.

Система $1280 \times 720/60/P$

1280 пикселей сигнала яркости и 640 пикселей каждого из цветоразностных сигналов на строку должны передаваться, как показано на рисунке 12. Точка начала дискретизации в активном периоде сигналов C_R и C_B должна быть той же, что и точка начала дискретизации в активном периоде сигнала Y. Каждый пиксель должен быть преобразован в дополнительный код (от -508 до 507) путем инвертирования MSB входного видеосигнала.

Система $1280 \times 720/50/P$

1280 пикселей сигнала яркости и 640 пикселей каждого из цветоразностных сигналов на строку должны передаваться, как показано на рисунке 12. Точка начала дискретизации в активном периоде сигналов C_R и C_B должна быть той же, что и точка начала дискретизации в активном периоде сигнала Y. Каждый пиксель должен быть преобразован в дополнительный код (от -508 до 507) путем инвертирования MSB входного видеосигнала.

4.1.1.2 Структура строк в кадре видеоизображения

Система с разрешением 1920×1080 строк

От каждого поля должны передаваться 540 строк для сигналов Y, C_R и C_B . Передаваемые строки каждого из двух полей представлены в таблице 25.

Система с разрешением 1280×720 строк

От каждого кадра видеоизображения должны передаваться 720 строк для сигналов Y , C_R и C_B . Передаваемые строки в каждом кадре видеоизображения представлены в таблице 25.

4.1.1.3 Повторная дискретизация по горизонтали

Система $1920 \times 1080/60/I$

1920 дискретизированных по горизонтали сигналов Y следует повторно дискретизировать в 1280 пикселей. 960 дискретизированных по горизонтали сигналов C_R и C_B следует повторно дискретизировать в 640 пикселей. Выходной сигнал устройства повторной дискретизации должен обладать разрешением отсчетов, равным 8 битам или более (см. Приложение 2).

Система $1920 \times 1080/50/I$

1920 дискретизированных по горизонтали сигналов Y следует повторно дискретизировать в 1440 пикселей. 960 дискретизированных по горизонтали сигналов C_R и C_B следует повторно дискретизировать в 720 пикселей. Выходной сигнал устройства повторной дискретизации должен обладать разрешением отсчетов, равным 8 битам или более (см. Приложение 2).

Системы $1280 \times 720/60/P$ и $1280 \times 720/50/P$

1280 дискретизированных по горизонтали сигналов Y следует повторно дискретизировать в 960 пикселей. 640 дискретизированных по горизонтали сигналов C_R и C_B следует повторно дискретизировать в 480 пикселей. Выходной сигнал устройства повторной дискретизации должен обладать разрешением отсчетов, равным 8 битам или более (см. Приложение 2).

ТАБЛИЦА 25

Параметры видеоизображения источника

		Система $1920 \times 1080/60/I$	Система $1920 \times 1080/50/I$	Система $1280 \times 720/60/P$	Система $1280 \times 720/50/P$
Частота дискретизации	Y	74,25/1,001 МГц	74,25 МГц	74,25/1,001 МГц	74,25 МГц
	C_R, C_B	37,125/1,001 МГц	37,125 МГц	37,125/1,001 МГц	37,125 МГц
Общее количество пикселей на строку	Y	2 200	2 640	1 650	1 980
	C_R, C_B	1 100	1 320	825	990
Количество активных пикселей на строку	Y	1 920		1 280	
	C_R, C_B	960		640	
Общее количество строк на кадр видеоизображения		1 125		750	
Количество активных строк на кадр видеоизображения		1 080		720	
Количество активных строк	Поле 1		21–560		26–745
	Поле 2		584–1 123		
Квантование		Каждый отсчет линейно квантуется до 10 бит для Y , C_R и C_B			
Связь между уровнем видеосигнала и уровнем квантованного сигнала	Шкала	4–1 019			
	Y	Уровень видеосигнала белого: 940		Уровень квантованного сигнала 877	
		Уровень видеосигнала черного: 64			
C_R, C_B	Уровень видеосигнала серого: 512		Уровень квантованного сигнала 897		

РИСУНОК 10

Структура дискретизации для системы 1920 × 1080/60/1

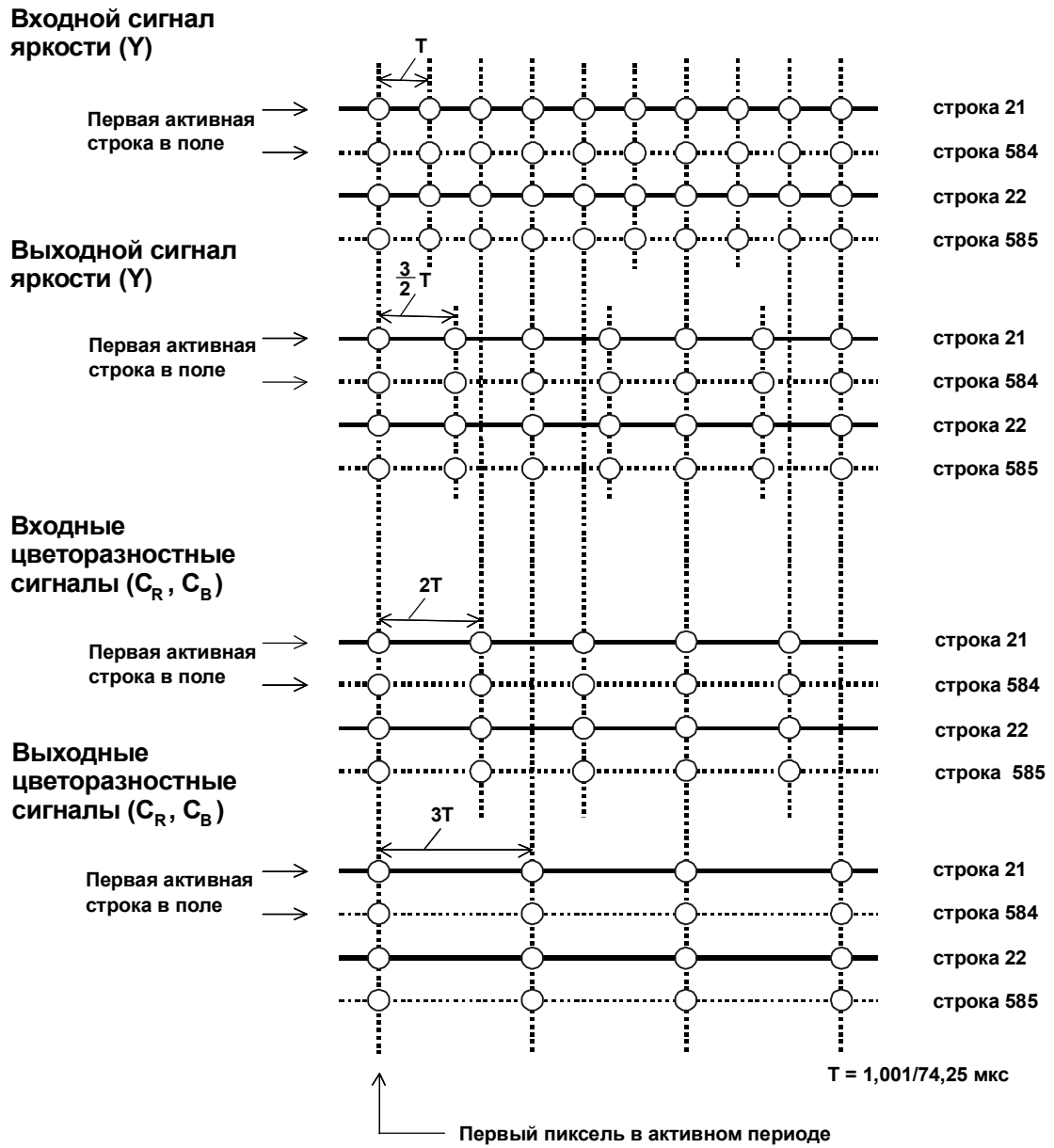


РИСУНОК 11

Структура дискретизации для системы 1920 × 1080/50/1

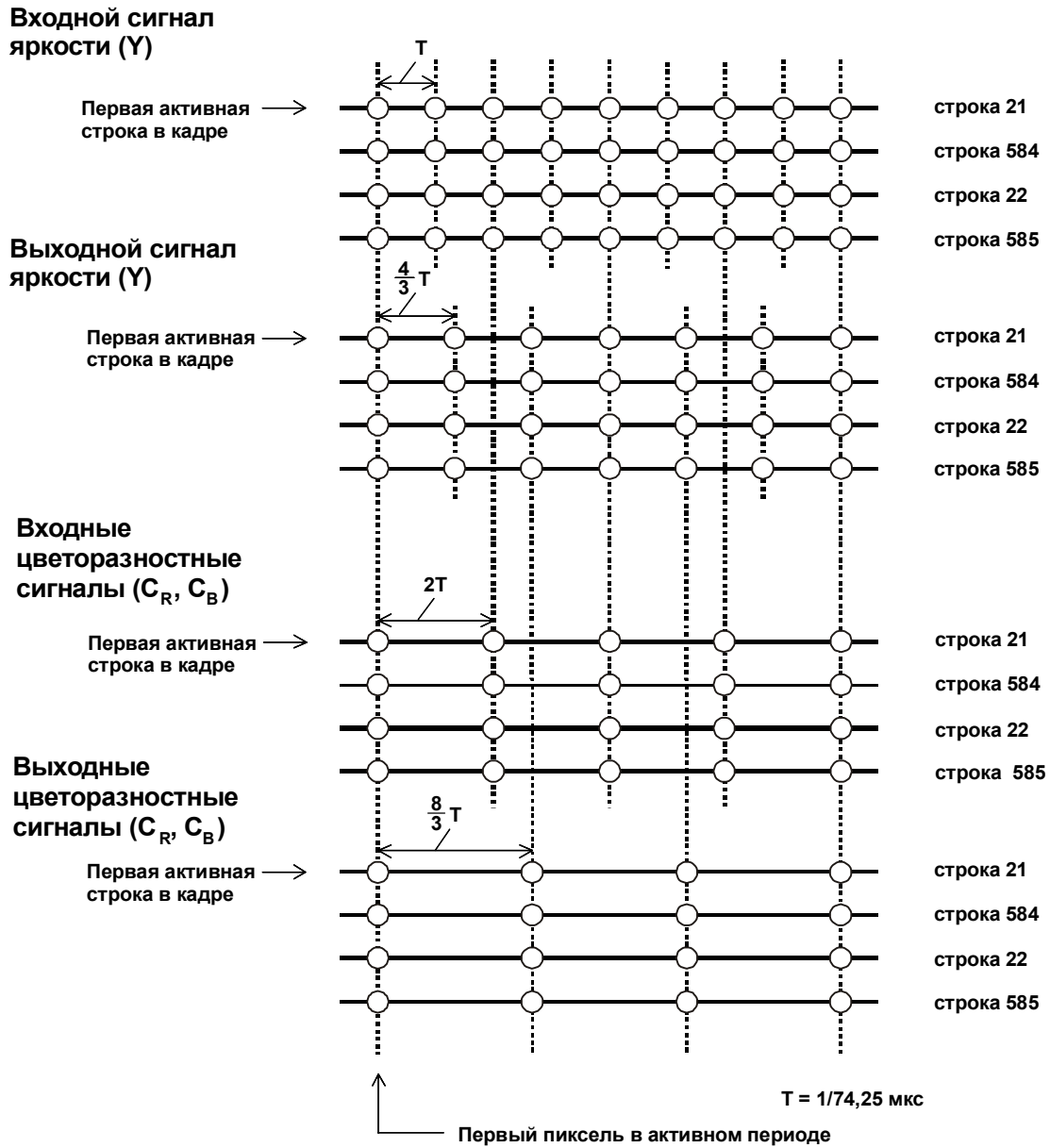
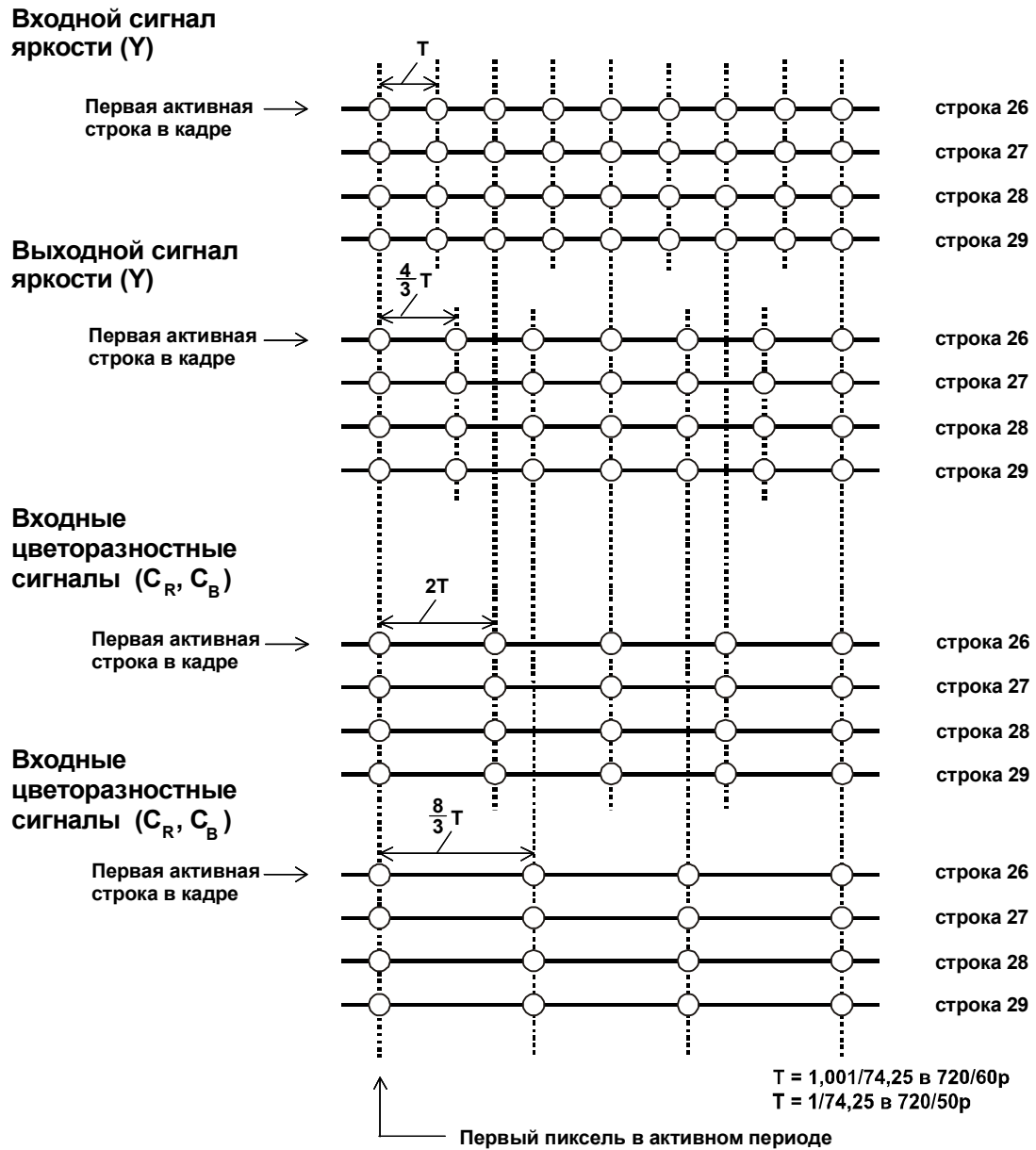


РИСУНОК 12

Структура дискретизации для систем 720/60/P и 720/50/P



4.1.2 Блок DCT

Пиксели Y , C_R и C_B в каждом кадре видеоизображения должны быть поделены на блоки DCT, как показано на рисунке 13 для системы с разрешением 1920×1080 строк и рисунке 14 для системы с разрешением 1280×720 строк. Структура блоков DCT должна иметь вид прямоугольной области из восьми вертикальных пикселей и восьми горизонтальных пикселей в кадре видеосигнала. Значение x демонстрирует горизонтальную координату по отношению к левой стороне, а значение y – вертикальную координату по отношению к вершине. В случае системы с разрешением 1920×1080 строк четные строки с координатами $y = 0, 2, 4, 6$ являются горизонтальными строками поля один, а нечетные строки с координатами $y = 1, 3, 5, 7$ – горизонтальными строками поля 2.

Структура блока DCT в каждом кадре видеоизображения

Система $1920 \times 1080/60/I$

Структура горизонтальных блоков DCT в каждом кадре видеоизображения должна быть такой, как показано на рисунке 15. Такая же горизонтальная структура повторяется в 135 блоках в вертикальном направлении. Пиксели в одном кадре видеоизображения поделены на 43 200 блоков DCT.

$$Y: 135 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 160 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 21\,600 \text{ блоков DCT}$$

$$C_R: 135 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 80 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 10\,800 \text{ блоков DCT}$$

$$C_B: 135 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 80 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 10\,800 \text{ блоков DCT.}$$

Система $1920 \times 1080/50/I$

Структура горизонтальных блоков DCT в каждом кадре видеоизображения должна быть такой, как показано на рисунке 16. Такая же горизонтальная структура повторяется в 135 блоках в вертикальном направлении. Пиксели в одном кадре видеоизображения поделены на 48 600 блоков DCT.

$$Y: 135 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 180 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 24\,300 \text{ блоков DCT}$$

$$C_R: 135 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 90 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 12\,150 \text{ блоков DCT}$$

$$C_B: 135 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 90 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 12\,150 \text{ блоков DCT.}$$

Системы $1280 \times 720/60/P$ и $1280 \times 720/50/P$

Структура горизонтальных блоков DCT в каждом кадре видеоизображения должна быть такой, как показано на рисунке 17. Такая же горизонтальная структура повторяется в 90 блоках DCT в вертикальном направлении. Пиксели в одном кадре видеоизображения поделены на 21 600 блоков DCT.

$$Y: 90 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 120 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 10\,800 \text{ блоков DCT}$$

$$C_R: 90 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 60 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 5400 \text{ блоков DCT}$$

$$C_B: 90 \text{ вертикальных блоков DCT} \times 60 \text{ горизонтальных блоков DCT} = 5400 \text{ блоков DCT.}$$

4.1.3 Макроблок

Каждый макроблок должен состоять из восьми блоков DCT. Рисунок 18 соответствует системам с разрешением 1920×1080 строк, а рисунок 19 – системам с разрешением 1280×720 строк.

4.1.3.1 Структура макроблока

Система $1920 \times 1080/60/I$

Структура макроблока в каждом кадре видеоизображения формируется на следующих двух этапах.

Этап 1: Составление макроблоков

Пиксели в каждом кадре видеоизображения должны быть поделены на 5400 макроблоков, как показано на рисунке 20.

Каждый макроблок за исключением нижних макроблоков должен состоять из четырех соседних по горизонтали и вертикали блоков DCT сигнала Y , двух соседних по вертикали блоков DCT сигнала C_R и двух соседних по вертикали блоков сигнала C_B ,

где 67 вертикальных макроблоков \times 80 горизонтальных макроблоков = 5360 макроблоков.

Каждый нижний макроблок должен состоять из четырех соседних по горизонтали блоков DCT сигнала Y , двух соседних по вертикали блоков DCT сигнала C_R и двух соседних по вертикали блоков сигнала C_B ,

где 1 вертикальный макроблок \times 40 горизонтальных макроблоков = 40 макроблоков.

Этап 2: Повторное составление макроблоков

Структура групп, состоящих из 40 макроблоков с наименованиями от A_0 до A_7 , и групп, состоящих из 30 макроблоков с наименованиями от A_8 до A_{15} , должна иметь вид, представленный на рисунке 20.

40 макроблоков в A_{16} должны быть составлены в 4 вертикальные макроблока \times 10 горизонтальных макроблоков в B_{16} , соответственно, как показано на рисунке 20,

где 60 вертикальных макроблоков \times горизонтальных макроблоков = 5400 макроблоков.

Система $1920 \times 1080/50/I$

Структура макроблока в каждом кадре видеоизображения формируется на следующих двух этапах.

Этап 1: Составление макроблоков

Пиксели в каждом кадре видеоизображения должны быть поделены на 6075 макроблоков, как показано на рисунке 21.

Каждый макроблок за исключением нижних макроблоков должен состоять из четырех соседних по горизонтали и вертикали блоков DCT сигнала Y , двух соседних по вертикали блоков DCT сигнала C_R и двух соседних по вертикали блоков сигнала C_B ,

где 67 вертикальных макроблоков \times 90 горизонтальных макроблоков = 6030 макроблокам.

Каждый нижний макроблок должен состоять из четырех соседних по горизонтали и вертикали блоков DCT сигнала Y , двух соседних по вертикали блоков DCT сигнала C_R и двух соседних по вертикали блоков сигнала C_B ,

где 1 вертикальный макроблок \times 45 горизонтальных макроблоков = 45 макроблоков.

Этап 2: Повторное составление макроблоков

Макроблоки должны быть разделены на основной элемент и крайний элемент. Крайний элемент должен содержать верхние макроблоки в A_0 и нижние макроблоки в A_1 , как показано на рисунке 21. Основной макроблок должен содержать остальные блоки,

где:

основной элемент: 66 вертикальных макроблоков \times 90 горизонтальных макроблоков = 5940 макроблоков;

крайний элемент: 1 вертикальный макроблок \times 135 горизонтальных макроблоков = 135 макроблоков.

Системы $1280 \times 720/60/P$ и $1280 \times 720/50/P$

Пиксели в каждом кадре видеоизображения должны быть разделены на 2700 макроблоков, как показано на рисунке 22,

где 45 вертикальных макроблоков \times 60 горизонтальных макроблоков = 2700 макроблоков.

4.1.3.2 Разделенные блоки

Система $1920 \times 1080/60/I$

Макроблоки в каждом кадре видеоизображения должны быть разделены на частичные блоки, как показано на рисунке 23. Каждый частичный блок H состоит из девяти макроблоков по горизонтали и одного макроблока по вертикали.

Частичные блоки H должны быть распределены по разделенным блокам следующим образом:

Разделенные блоки: $h=0: H\ 2m, 2n$
 $h=1: H\ 2m, 2n+1$
 $h=2: H\ 2m+1, 2n$
 $h=3: H\ 2m+1, 2n+1,$
 где $m = 0, 1, 2, \dots, 29$
 $n = 0, 1, 2, 3, 4.$

В результате один кадр видеоизображения делится на четыре разделенных блока. Каждый разделенный блок состоит из 30 вертикальных макроблоков \times 45 горизонтальных макроблоков.

Система 1920 \times 1080/50/I

Макроблоки в основном элементе должны быть поделены на частичные блоки, как показано на рисунке 24. Каждый частичный блок H состоит из девяти соседних по горизонтали макроблоков.

Частичные блоки H должны быть распределены по разделенным блокам следующим образом:

Разделенные блоки: $h=0: H\ 2m, 2n$
 $h=1: H\ 2m, 2n+1$
 $h=2: H\ 2m+1, 2n$
 $h=3: H\ 2m+1, 2n+1,$
 где $m = 0, 1, 2, \dots, 32$
 $n = 0, 1, 2, 3, 4.$

В результате, основной элемент делится на четыре разделенных блока. Каждый разделенный блок состоит из 33 вертикальных макроблока \times 45 горизонтальных макроблоков.

Системы 1280 \times 720/60/P и 1280 \times 720/50/P

Макроблоки в каждом кадре видеоизображения должны быть разделены на частичные блоки, как показано на рисунке 25. Каждый частичный блок H состоит из шести макроблоков по горизонтали и одного макроблока по вертикали.

Частичные блоки H должны быть распределены по разделенным блокам следующим образом:

Разделенные блоки: $h=0: H\ m, 2n$
 $h=1: H\ m, 2n+1$
 $h=2: H\ m+45, 2n$
 $h=3: H\ m+45, 2n+1,$
 где $m = 0, 1, 2, \dots, 44$
 $n = 0, 1, 2, 3, 4.$

В результате каждые два кадра видеоизображения делятся на четыре разделенных блока. Каждый разделенный блок состоит из 45 вертикальных макроблоков \times 30 горизонтальных макроблоков.

РИСУНОК 13

Блок DCT и координаты пикселей для системы с разрешением 1920 × 1080 строк



1620-13

РИСУНОК 14

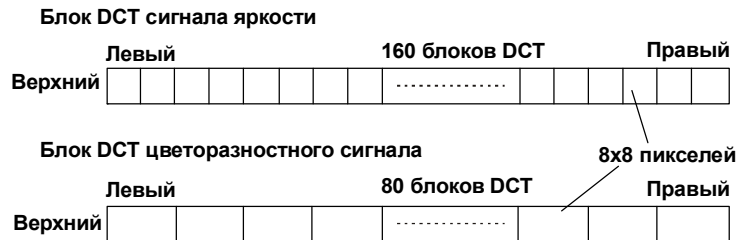
Блок DCT и координаты пикселей для системы с разрешением 1280 × 720 строк



1620-14

РИСУНОК 15

Структура блока DCT для системы 1920 × 1080/60I



1620-15

РИСУНОК 16

Структура блока DCT для системы 1920 × 1080/50/I

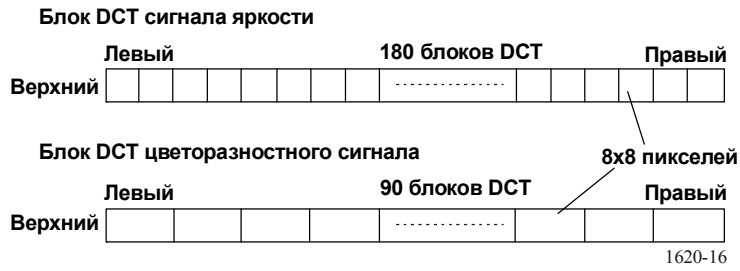


РИСУНОК 17

Структура блока DCT для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P

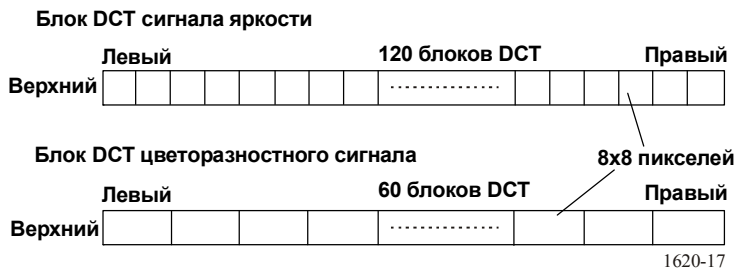


РИСУНОК 18

Макроблок и блоки DCT для системы с разрешением 1920 × 1080 строк

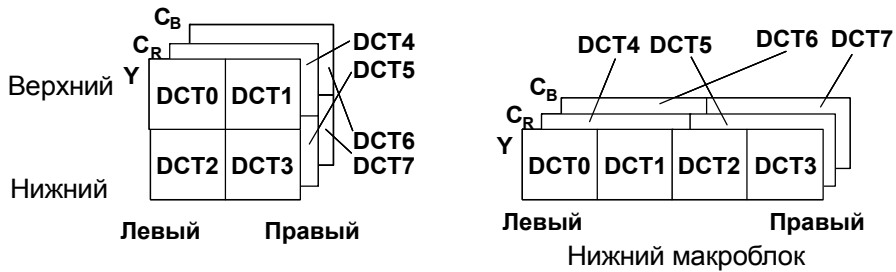


РИСУНОК 19

Макроблок и блоки DCT для системы с разрешением 1280 × 720 строк

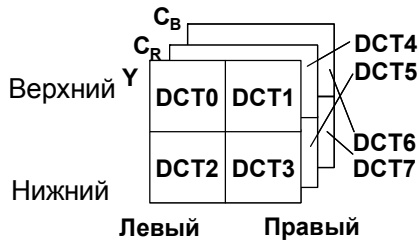
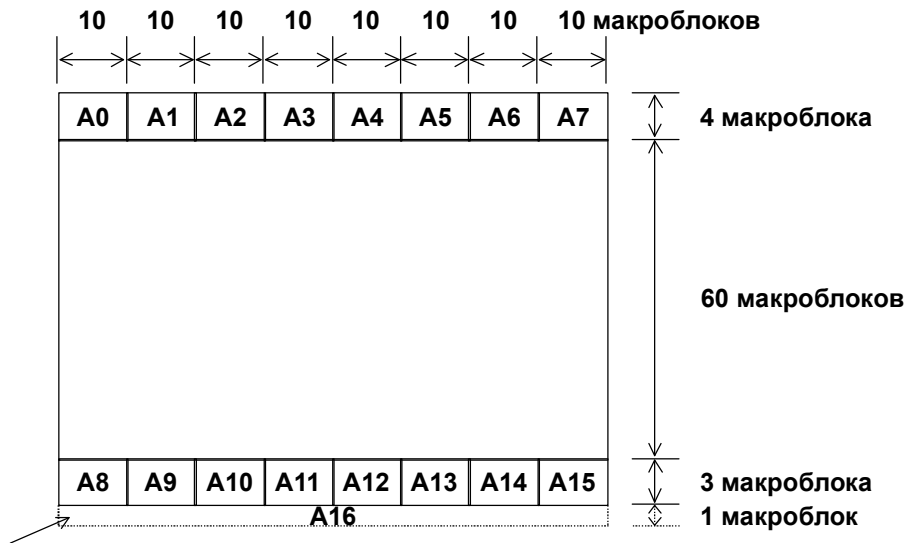


РИСУНОК 20

Структура макроблоков для системы 1920 × 1080/60/1

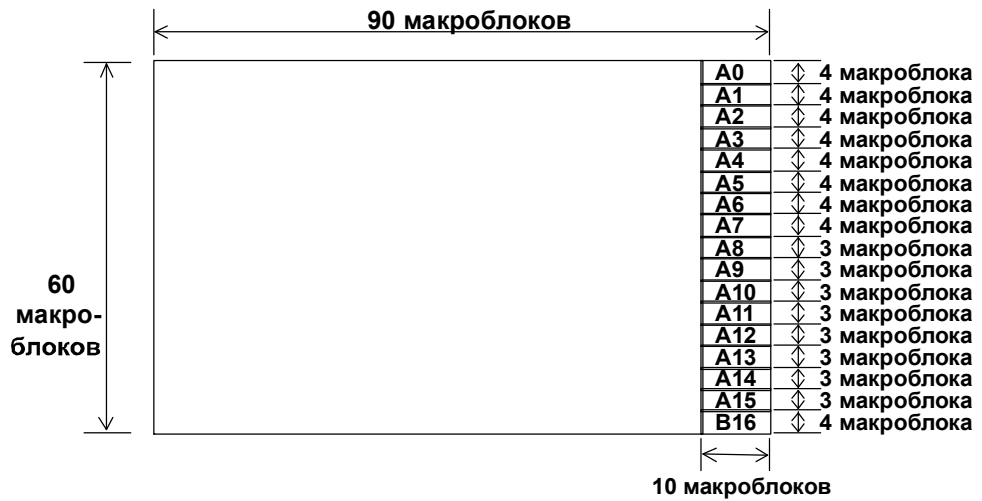
Этап 1: Составление макроблоков



Нижние макроблоки

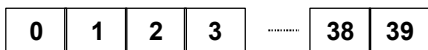


Этап 2: Повторное составление макроблоков



Повторное составление A16 в B16

A16



B16

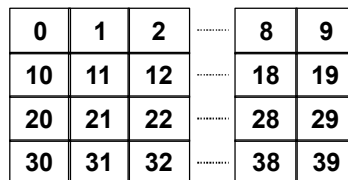
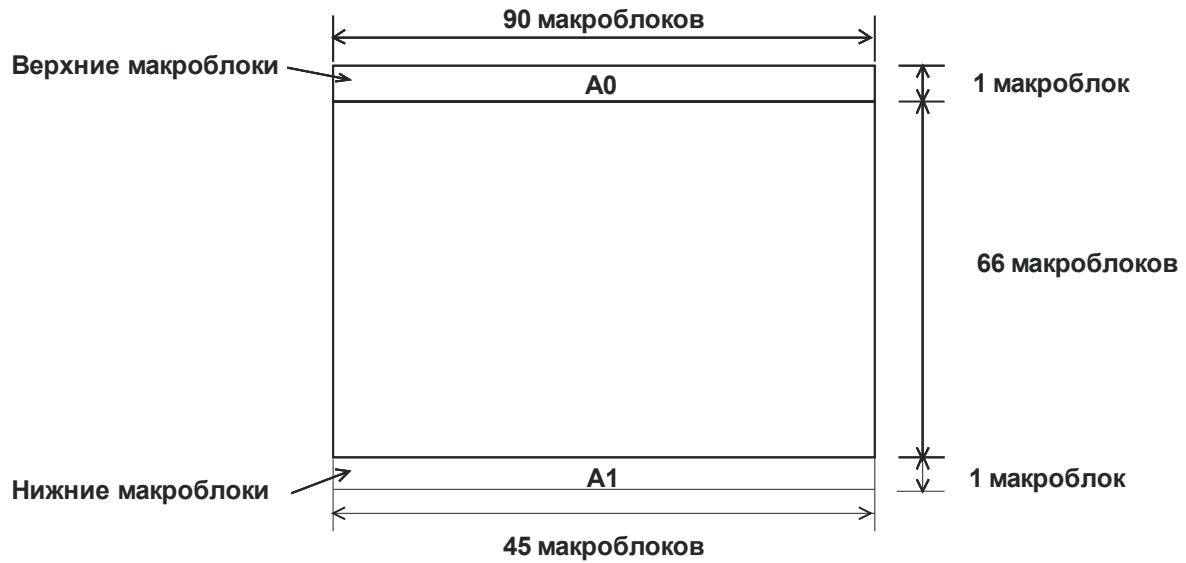


РИСУНОК 21

Структура макроблоков для системы 1920 × 1080/50/1

Этап 1: Составление макроблоков



Этап 2: Повторное составление макроблоков

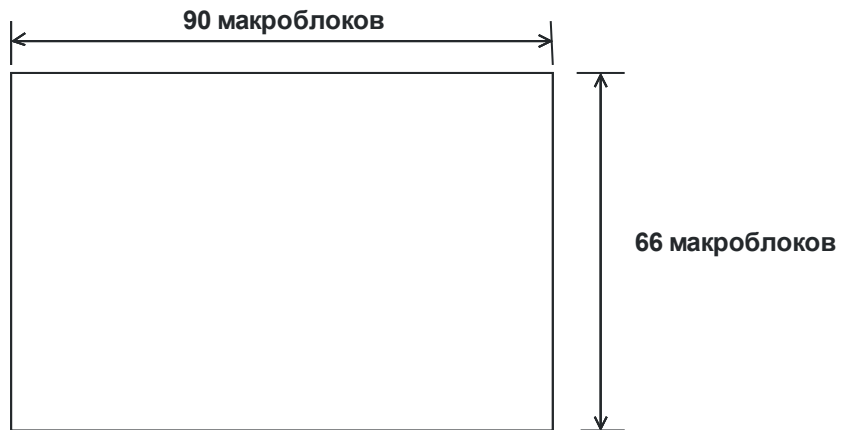
основной элементкрайний элемент

РИСУНОК 22

Структура макроблоков для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P

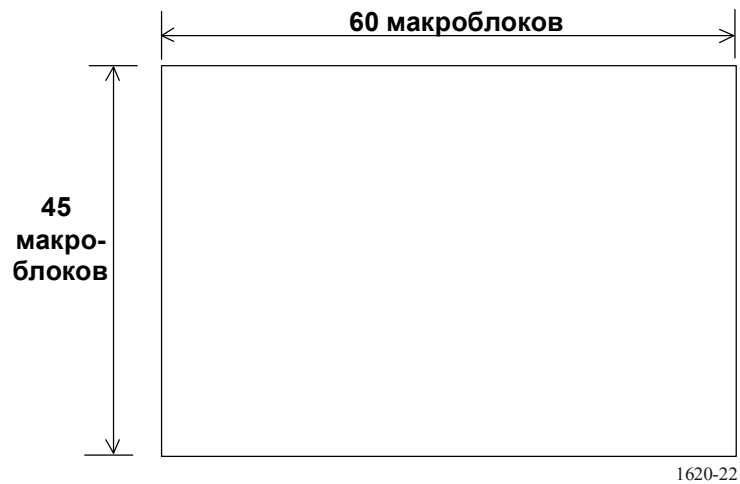


РИСУНОК 23

Разделенные блоки для системы 1920 × 1080/60/1

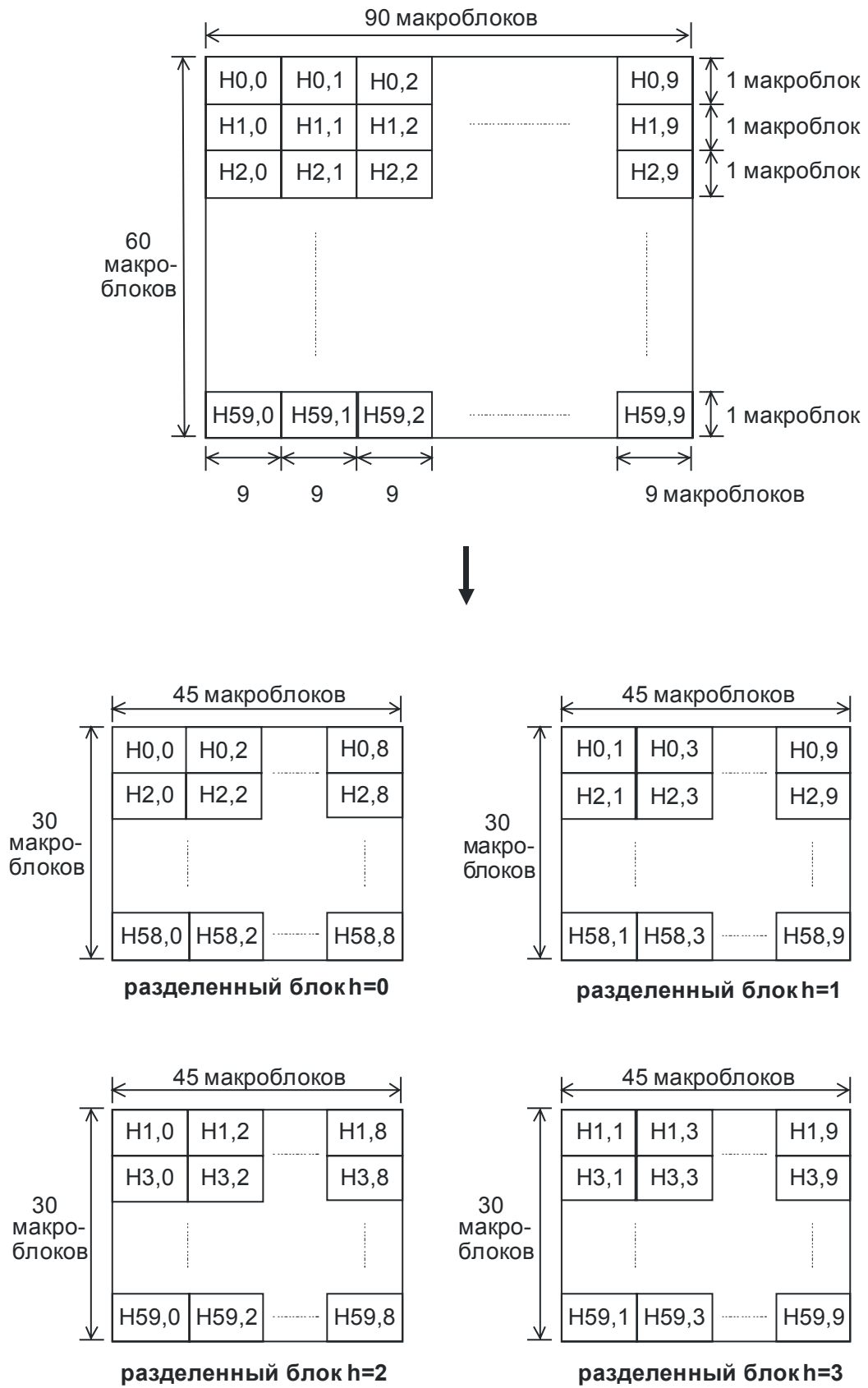


РИСУНОК 24

Разделенные блоки для системы 1920 × 1080/50/1

ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ

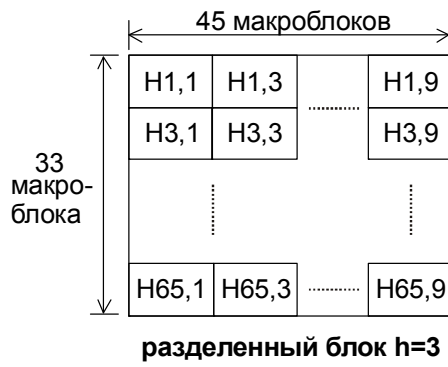
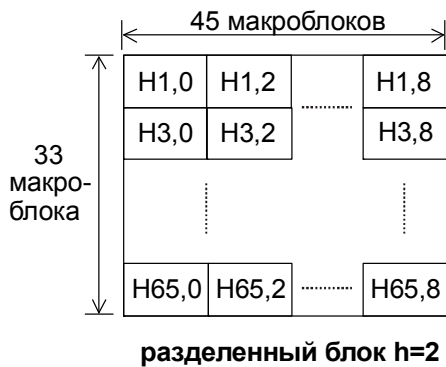
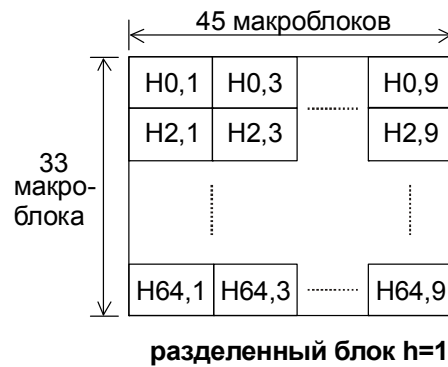
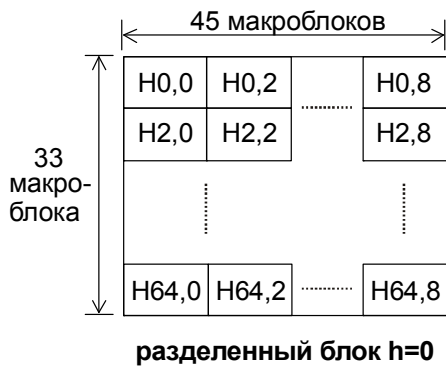
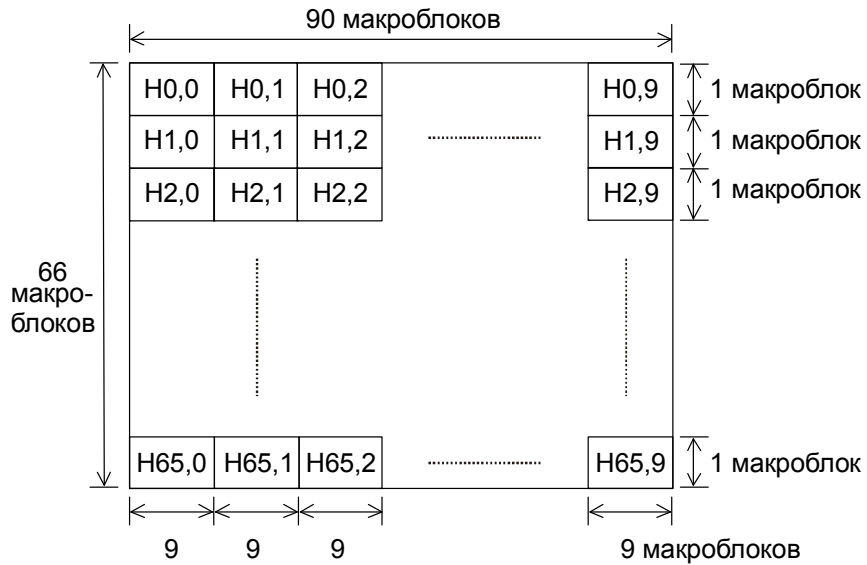
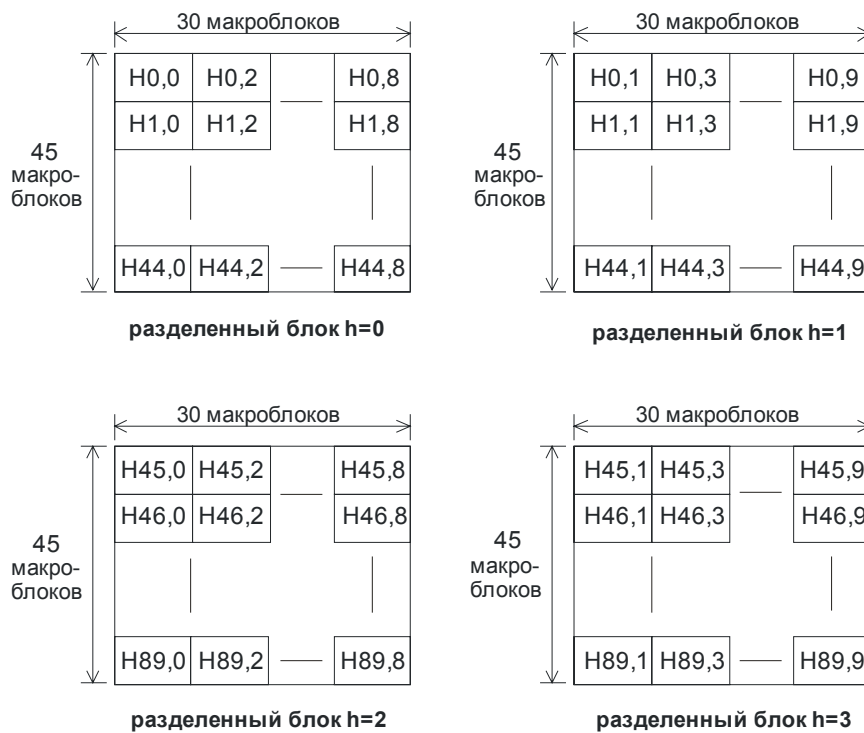
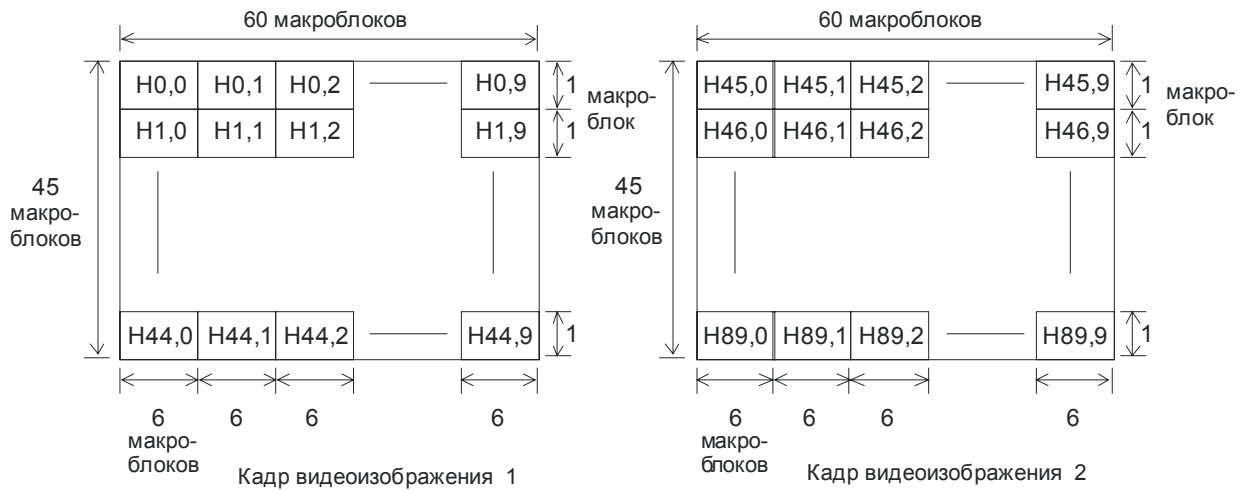


РИСУНОК 25

Разделенные блоки для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P



1620-25

4.1.4 Суперблок

Каждый суперблок должен состоять из 27 макроблоков.

Система 1920 × 1080/60/I

Структура суперблоков в разделенном блоке должна быть такой, как показано на рисунке 26. Пиксели в разделенном блоке должны быть разделены на 50 суперблоков.

10 вертикальных суперблоков × 5 горизонтальных суперблоков = 50 суперблоков.

Система 1920 × 1080/50/I

Структура суперблоков в разделенном блоке должна быть такой, как показано на рисунке 28. Пиксели в разделенном блоке должны быть разделены на 55 суперблоков.

11 вертикальных суперблоков × 5 горизонтальных суперблоков = 55 суперблоков.

Пиксели в крайнем элементе должны быть разделены на 5 суперблоков.

1 вертикальный суперблок × 5 горизонтальных суперблоков = 5 суперблоков.

Системы 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P

Структура суперблоков в разделенном блоке должна быть такой, как показано на рисунке 30. Пиксели в разделенном блоке должны быть разделены на 50 суперблоков.

10 вертикальных суперблоков × 5 горизонтальных суперблоков = 50 суперблоков.

4.1.5 Определение номера суперблока, номера макроблока и значения пикселя

Номер суперблока – номер суперблока выражается как $S_{h,i,j}$, что представлено на рисунках 26, 28 и 30.

$S_{h,i,j}$, где h : разделенный блок $h = 0, \dots, 3$
 i : позиция суперблока по вертикали $i = 0, \dots, 9$ для систем 60 Гц и $1280 \times 720/50/P$
 $i = 0, \dots, 11$ для системы $1920 \times 1080/50/I$
 j : позиция суперблока по горизонтали $j = 0, \dots, 4$.

Номер макроблока – номер макроблока выражается как $M_{h,i,j,k}$. Символ k – это позиция макроблока в суперблоке, что представлено на рисунке 27 для системы $1920 \times 1080/60/I$, рисунке 29 – для системы $1920 \times 1080/50/I$ и рисунке 31 для систем $1280 \times 720/60/P$ и $1280 \times 720/50/P$. Небольшой прямоугольник на этих рисунках показывает макроблок, а номер в этом небольшом прямоугольнике выражает k .

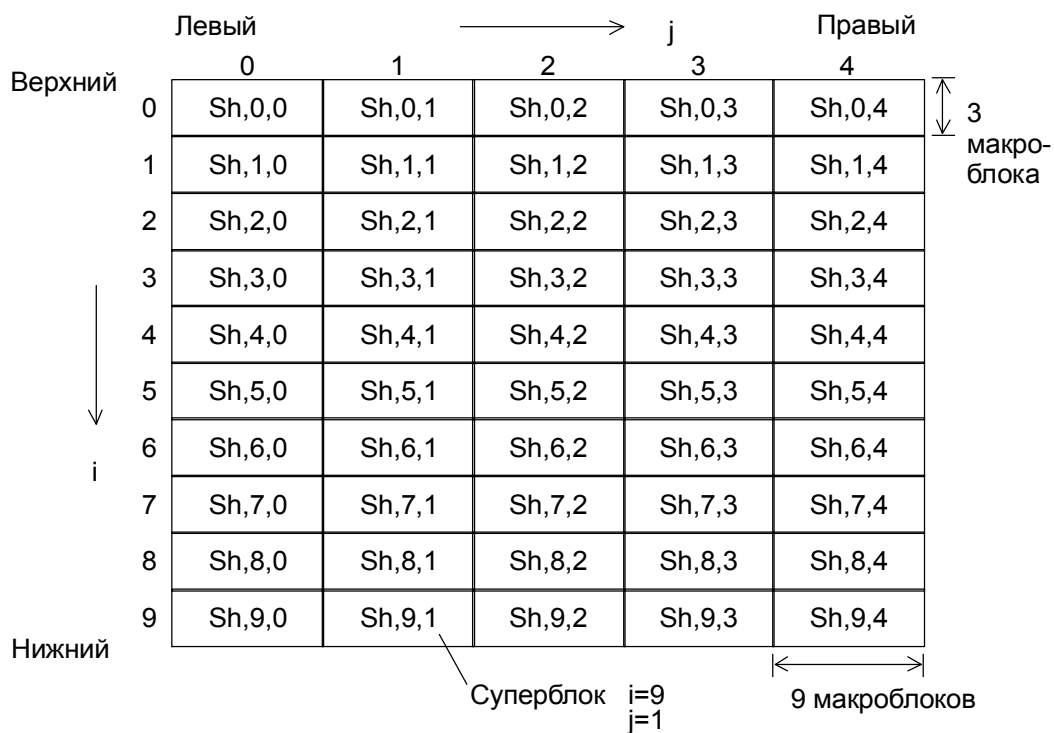
$M_{h,i,j,k}$, где h,i,j : номер суперблока
 k : позиция макроблока в суперблоке $k = 0, \dots, 26$.

Местоположение пикселя – местоположение пикселя выражается как $P_{h,i,j,k,l(x,y)}$. Пиксель указывается как индекс $P_{h,i,j,k,l(x,y)}$. Символ l – это порядок блока DCT в макроблоке, показанном на рисунках 18 и 19. Прямоугольник на рисунке демонстрирует блок DCT, а номер DCT в этом прямоугольнике выражает l . Символы x и y – это координата пикселя в блоке DCT, как описано в п. 4.1.2.

$P_{h,i,j,k,l(x,y)}$, где h,i,j,k : номер макроблока
 l : порядок блока DCT в макроблоке
 (x, y) : координата пикселя в блоке DCT $x = 0, \dots, 7$ $y = 0, \dots, 7$.

РИСУНОК 26

Суперблоки и макроблоки в разделенном блоке для системы 1920 × 1080/60/1



1620-26

РИСУНОК 27

Позиция макроблока в суперблоке для системы 1920 × 1080/60/1

Суперблок Sh,i,j (h=0,...,3, i=0,...,9, j=0,...,4)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26

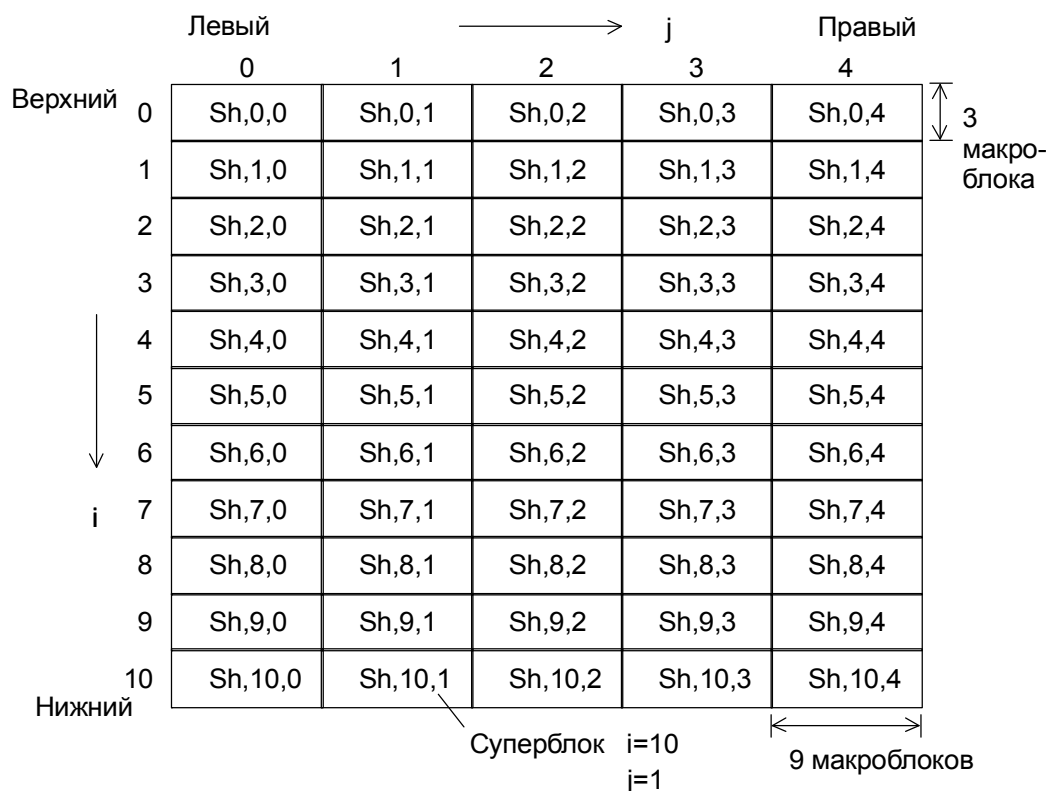
k

1620-27

РИСУНОК 28

Суперблоки и макроблоки для системы 1920 × 1080/50/1

разделенный блок



крайний элемент

S 0,11,0	S 0,11,1	S 0,11,2	S 0,11,3	S 0,11,4
----------	----------	----------	----------	----------

1620-28

РИСУНОК 29

Позиция макроблока в суперблоке для системы 1920 × 1080/50/1

Суперблок Sh,i,j (h=0,...,3, i=0,...,10, j=0,...,4)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26

k

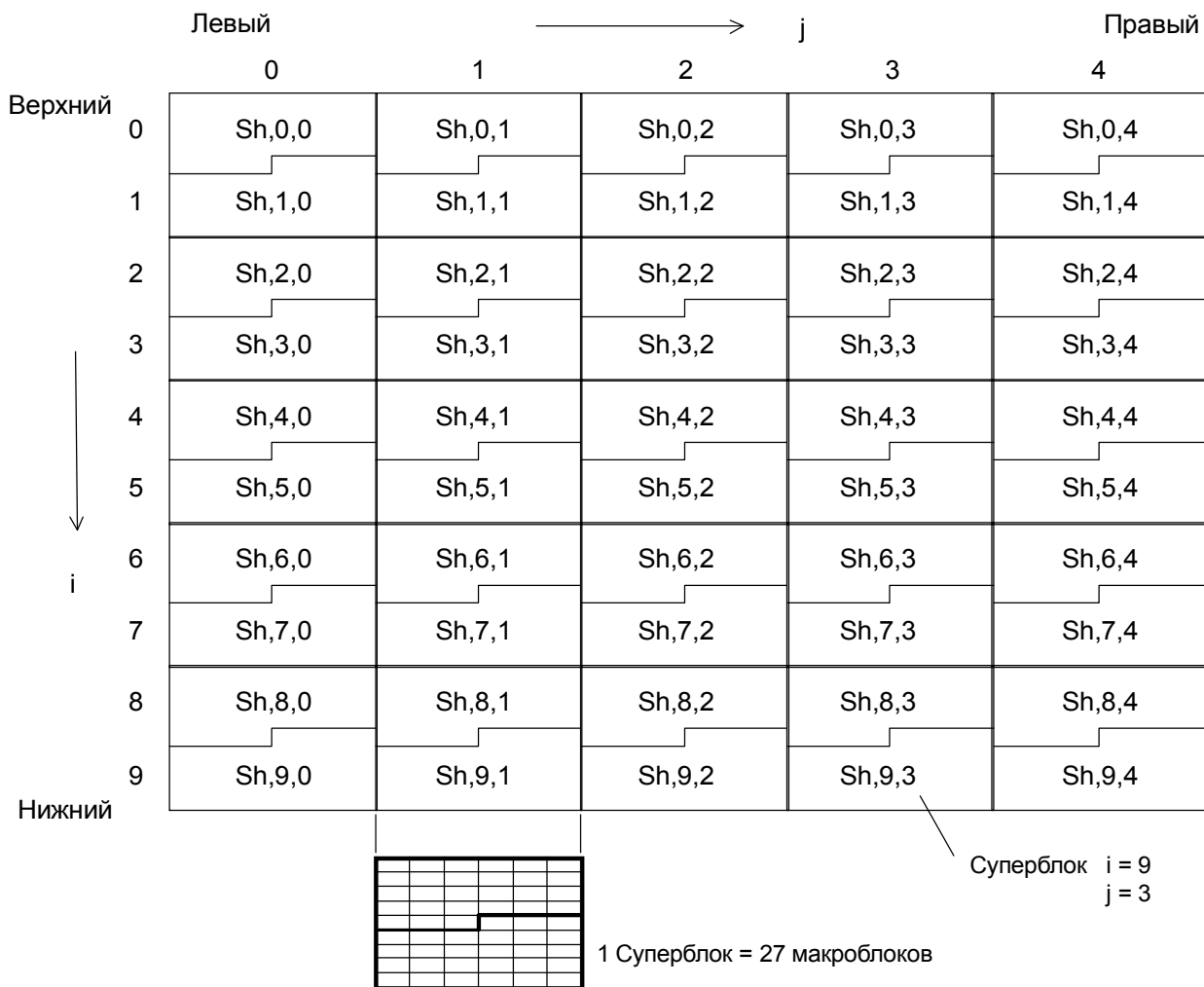
Суперблок S 0,11,j (j=0,...,4)

0	1	2	26
---	---	---	-------	----

1620-29

РИСУНОК 30

Суперблоки и макроблоки в разделенном блоке
для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P



1620-30

РИСУНОК 31

Позиция макроблока в суперблоке для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P

Суперблок Sh,i,j (h=0,...,3, i=0,...,9, j=0,...,4)

0	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23
24	25	26	0	1	2
3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26

k

1620-31

4.1.6 Определение видеосегмента и сжатого макроблока

Видеосегмент должен состоять из пяти макроблоков, собранных из различных областей в кадре видеоизображения.

Система 60 Гц

$M_{h,a,p,k}$, где $a = (i + 2) \bmod 10$, $p = 2$

$M_{h,b,q,k}$, где $b = (i + 6) \bmod 10$, $q = 1$

$M_{h,c,r,k}$, где $c = (i + 8) \bmod 10$, $r = 3$

$M_{h,d,s,k}$, где $d = (i + 0) \bmod 10$, $s = 0$

$M_{h,e,t,k}$, где $e = (i + 4) \bmod 10$, $t = 4$,

где h : разделенный блок $h = 0, \dots, 3$

i : позиция по вертикали суперблока $i = 0, \dots, 9$

k : позиция макроблока в суперблоке $k = 0, \dots, 26$.

Система 50 Гц

разделенный блок

$M_{h,a,p,k}$, где $a = (i + 2) \bmod 11$, $p = 2$

$M_{h,b,q,k}$, где $b = (i + 6) \bmod 11$, $q = 1$

$M_{h,c,r,k}$, где $c = (i + 8) \bmod 11$, $r = 3$

$M_{h,d,s,k}$, где $d = (i + 0) \bmod 11$, $s = 0$

$M_{h,e,t,k}$, где $e = (i + 4) \bmod 11$, $t = 4$,

где h : разделенный блок $h = 0, \dots, 3$

i : позиция по вертикали суперблока $i = 0, \dots, 10$

k : позиция макроблока в суперблоке $k = 0, \dots, 26$.

крайний элемент

$M_{h,a,p,k}$, где $h = 0$, $a = 11$, $p = 0$

$M_{h,b,q,k}$, где $h = 0$, $b = 11$, $q = 1$

$M_{h,c,r,k}$, где $h = 0$, $c = 11$, $r = 2$

$M_{h,d,s,k}$, где $h = 0$, $d = 11$, $s = 3$

$M_{h,e,t,k}$, где $h = 0$, $e = 11$, $t = 4$,

где k : позиция макроблока в суперблоке $k = 0, \dots, 26$.

Каждый видеосегмент перед снижением скорости передачи цифрового потока выражается как $V_{h,i,k}$, состоящий из $M_{h,a,p,k}$; $M_{h,b,q,k}$; $M_{h,c,r,k}$; $M_{h,d,s,k}$ и $M_{h,e,t,k}$.

Процесс снижения скорости цифрового потока должен осуществляться последовательно от $M_{h,a,p,k}$ до $M_{h,e,t,k}$. Данные в видеосегменте должны быть сжаты и преобразованы в поток данных объемом 385 байтов. Набор сжатых видеоданных состоит из пяти сжатых макроблоков. Каждый сжатый макроблок должен состоять из 77 байтов и выражаться как CM . Каждый видеосегмент после снижения скорости передачи цифрового потока выражается как $CV_{h,i,k}$, состоящий из $CM_{h,a,p,k}$; $CM_{h,b,q,k}$; $CM_{h,c,r,k}$; $CM_{h,d,s,k}$ и $CM_{h,e,t,k}$, как показано ниже:

CM_{h,a,p,k}:

Этот блок включает все части или большинство частей сжатых данных, начиная с макроблока $M_{h,a,p,k}$, и может содержать сжатые данные макроблока $M_{h,b,q,k}$; или $M_{h,c,r,k}$; или $M_{h,d,s,k}$; или $M_{h,e,t,k}$.

CM_{h,b,q,k}:

Этот блок включает все части или большинство частей сжатых данных, начиная с макроблока $M_{h,b,q,k}$, и может содержать сжатые данные макроблока $M_{h,a,p,k}$; или $M_{h,c,r,k}$; или $M_{h,d,s,k}$; или $M_{h,e,t,k}$.

CM_{h,c,r,k}:

Этот блок включает все части или большинство частей сжатых данных, начиная с макроблока $M_{h,c,r,k}$, и может содержать сжатые данные макроблока $M_{h,a,p,k}$; или $M_{h,b,q,k}$; или $M_{h,d,s,k}$; или $M_{h,e,t,k}$.

CM_{h,d,s,k}:

Этот блок включает все части или большинство частей сжатых данных, начиная с макроблока $M_{h,d,s,k}$, и может содержать сжатые данные макроблока $M_{h,a,p,k}$; или $M_{h,b,q,k}$; или $M_{h,c,r,k}$; или $M_{h,e,t,k}$.

CM_{h,e,t,k}:

Этот блок включает все части или большинство частей сжатых данных, начиная с макроблока $M_{h,e,t,k}$, и может содержать сжатые данные макроблока $M_{h,a,p,k}$; или $M_{h,b,q,k}$; или $M_{h,c,r,k}$; или $M_{h,d,s,k}$.

4.2 Обработка DCT

Четыре ряда из восьми горизонтальных пикселей от каждого поля кадра видеоизображения образуют блок DCT в системе с разрешением 1920×1080 строк. Восемь рядов из восьми горизонтальных пикселей от кадра видеоизображения образуют блок DCT в системе с разрешением 1280×720 строк.

Преобразование DCT из 64 пикселей в блоке DCT, номерами которых являются $h, i, j, k, l (x, y)$, в 64 коэффициента с номерами $h, i, j, k, l (u, v)$ описывается следующим образом:

$P_{h,i,j,k,l(x,y)}$ – это значение пикселя, а $C_{h,i,j,k,l(u,v)}$ – это значение коэффициента.

Для $u = 0$ и $v = 0$ коэффициент называется коэффициентом DC.

Все другие коэффициенты называются коэффициентами AC.

4.2.1 Режим DCT

В случае системы с разрешением 1920×1080 строк выбирается один из двух режимов DCT с целью повышения качества изображения после снижения скорости цифрового потока. Эти режимы определяются как режим DCT-кадр-8-8 и режим DCT-поле-8-8. Режим DCT-кадр-8-8 должен быть выбран, если различие между двумя полями в кадре видеосигнала является небольшим. Режим DCT-поле-8-8 должен быть выбран, если различие между двумя полями в кадре видеоизображения является большим.

Что касается блоков DCT в нижнем макроблоке в системе $1920 \times 1080/60/I$, то рекомендуется выбирать режим DCT-кадр-8-8.

В случае системы с разрешением 1280×720 строк должен выбираться режим DCT-кадр-8-8.

Тот же режим DCT должен применяться ко всем блокам DCT в макроблоке.

Как показано на рисунке 32, если выбирается режим DCT-поле-8-8, то пиксели в двух вертикальных соседних блоках DCT должны быть перегруппированы, с тем чтобы образовались перегруппированные блоки DCT, содержащие пиксели того же поля.

В следующем пункте, касающемся DCT, показан алгоритм, который применяется к обоим режимам – DCT-кадр-8-8 и DCT-поле-8-8.

DCT:

$$C_{h,i,j,k,l}(u,v) = C(v) C(u) \sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 (P_{h,i,j,k,l}(x,y) \cos(\pi v(2y+1)/16) \cos(\pi u(2x+1)/16))$$

Обратное DCT:

$$P_{h,i,j,k,l}(x,y) = \sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 (C(v) C(u) C_{h,i,j,k,l}(u,v) \cos(\pi v(2y+1)/16) \cos(\pi u(2x+1)/16)),$$

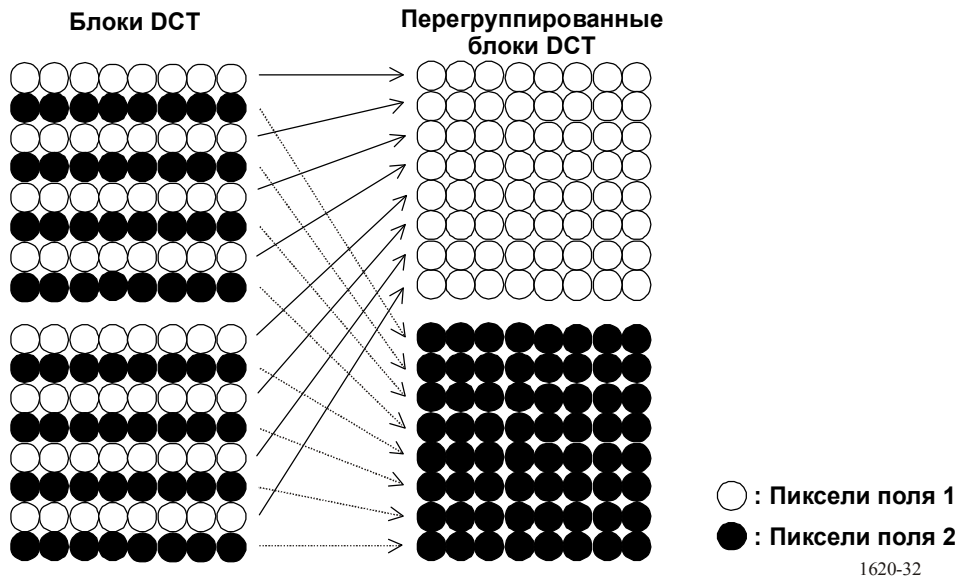
где:

$$\begin{aligned} C(u) &= 0,5 / \sqrt{2} && \text{для } u = 0 \\ C(u) &= 0,5 && \text{для } u = \text{от } 1 \text{ до } 7 \\ C(v) &= 0,5 / \sqrt{2} && \text{для } v = 0 \\ C(v) &= 0,5 && \text{для } v = \text{от } 1 \text{ до } 7. \end{aligned}$$

Значения коэффициентов DCT $C_{h,i,j,k,l}(u,v)$ представлены с 16 битами. Поэтому перед взвешиванием коэффициенты DCT следует масштабировать в зависимости от разрешения отсчетов на входе DCT.

РИСУНОК 32

Перегруппирование пикселей в режиме DCT-поле-8-8



4.2.2 Взвешивание

Взвешивание коэффициентов DCT $C_{h,i,j,k,l}(u,v)$ должно осуществляться с помощью матрицы квантователя. Для сигналов яркости и цветоразностных сигналов следует установить различные матрицы квантования, как показано на рисунке 33 для системы 1920 × 1080/60/I, рисунке 34 для системы 1920 × 1080/50/I и рисунке 35 – для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P.

4.2.3 Позиция на выходе

На рисунке 36 показана позиция взвешенных коэффициентов на выходе.

РИСУНОК 33

Матрица квантователя для системы 1920 × 1080/60/I



1620-33

РИСУНОК 34

Матрица квантователя для системы 1920 × 1080/50/I



1620-34

РИСУНОК 35

Матрица квантователя для систем 1280 × 720/60/P и 1280 × 720/50/P



1620-35

РИСУНОК 36

Позиция взвешенных коэффициентов DCT на выходе

		Горизонтальный							
		→							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Верти- кальный ↓	0	1	2	6	7	15	16	28	29
	1	3	5	8	14	17	27	30	43
	2	4	9	13	18	26	31	42	44
	3	10	12	19	25	32	41	45	54
	4	11	20	24	33	40	46	53	55
	5	21	23	34	39	47	52	56	61
	6	22	35	38	48	51	57	60	62
	7	36	37	49	50	58	59	63	64

1620-36

4.3 Квантование

4.3.1 Введение

Взвешенные коэффициенты DCT должны быть разделены шагами квантования с целью ограничения объема данных в одном видеосегменте пятью сжатыми макроблоками и ограничения длины в битах коэффициентов AC не более чем 9 битами.

4.3.2 Распределение битов при квантовании

Взвешенные коэффициенты DCT должны быть представлены следующим образом:

Значение коэффициента DC (9 битов): b8 b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

дополнительный код (от -255 до 255)

Значение коэффициента AC (12 битов): s b10 b9 b8 b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

1 значащий бит + 11 битов абсолютного значения (от -2047 до 2047).

4.3.3 Шаг квантования

Шаг квантования выбирается с целью ограничения объема данных в каждом из пяти сжатых макроблоков, которые создаются из одного видеосегмента. Шаг квантования должен определяться номером уровня квантования (QNO) и номером класса, как указано в таблице 26. Номер QNO следует применять к каждому макроблоку. Номер класса следует применять к каждому блоку DCT.

Снижение скорости передачи данных состоит из двух процедур. Во-первых, коэффициент AC разделяется шагом квантования. Если длина в битах полученного квантованного коэффициента больше 9, то выполняется вторая процедура. Во второй процедуре коэффициент AC разделяется еще раз большим шагом квантования согласно более высоким номерам класса, с тем чтобы сделать длину в битах квантованного коэффициента AC равной не более 9.

ТАБЛИЦА 26

Шаг квантования

		Номер класса			
		0	1	2	3
Номер квантования (QNO)	1	1	2	4	8
	2	2	4	8	
	3	3	6	12	
	4	4	8		
	5	5	10		
	6	6	12		
	7	7	14		
	8	8			
	9	16	32	64	
	10	18	36	72	
	11	20	40	80	
	12	22	44	88	
	13	24	48	96	
	14	28	56	112	
	15	52	104		

4.4 Кодирование с переменной длиной (VLC)

Кодирование с переменной длиной – это операция преобразования квантованных коэффициентов АС в коды переменной длины. Один или несколько последовательных коэффициентов АС в блоке DCT следует кодировать в один код переменной длины в соответствии с позицией, показанной на рисунке 36. Последовательное кодирование и амплитуда определяются следующим образом:

Последовательное

кодирование: количество последовательных коэффициентов АС, квантованных к 0

(run = 0, ..., 61).

Амплитуда: абсолютное значение сразу после квантования последовательных коэффициентов АС

(amp = 0, ..., 255).

(run, amp): пара последовательного кодирования и квантования.

В таблице 27 показана длина кодовых слов, соответствующих (run, amp). В таблице 27 значащий бит не включен в длину кодовых слов. Если амплитуда не равна нулю, то длина кода увеличивается на единицу для выражения значащего бита амплитуды. В случае пустых клеток в таблице 27 кодовое слово (run, amp) выражается путем объединения (run – 1, 0) и (0, amp).

Кодовые слова для (run, amp) должны быть присвоены так, как показано в таблице 28. В таблице 28 самый левый разряд кодовых слов является MSB, а самый правый разряд кодовых слов – LSB. Наибольший значащий бит MSB последующего кодового слова является соседним с LSB кодового слова, следующего непосредственно перед ним. Значащий бит "s" должен быть установлен следующим образом.

Если квантованный коэффициент АС больше нуля, то s = 0.

Если квантованный коэффициент АС меньше нуля, то s = 1.

Если значения всех остальных квантованных коэффициентов равны нулю в пределах блока DCT, то процесс кодирования завершается добавлением кодового слова ЕОВ (конец блока) 0110b сразу после последнего кодового слова.

ТАБЛИЦА 27

Длина кодовых слов

Последовательное кодирование	Амплитуда																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	255
0	11	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	15	15
1	11	4	5	7	7	8	8	8	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12								
2	12	5	7	8	9	9	10	12	12	12	12	12														
3	12	6	8	9	10	10	11	12																		
4	12	6	8	9	11	12																				
5	12	7	9	10																						
6	13	7	9	11																						
7	13	8	12	12																						
8	13	8	12	12																						
9	13	8	12																							
10	13	8	12																							
11	13	9																								
12	13	9																								
13	13	9																								
14	13	9																								
15	13																									
⋮	⋮																									
61	13																									

ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 Значащий бит не включен.
- 2 Длина ЕОВ = 4.

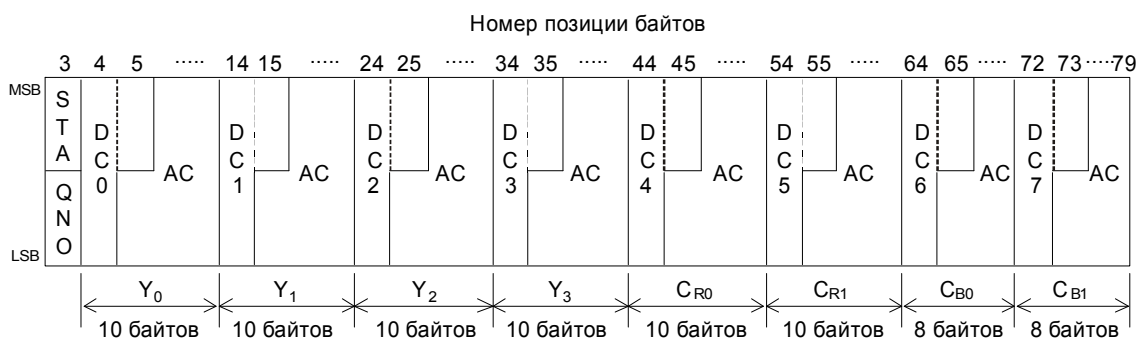
ТАБЛИЦА 28

Кодирование с кодовыми словами различной длины

(Run, amp)	Код	Длина	(Run, amp)	Код	Длина	(Run, amp)	Код	Длина
0 1	00s	2 + 1	11 1	111100000s	9 + 1	7 2	111110110000s	12 + 1
0 2	010s	3 + 1	12 1	111100001s		8 2	111110110001s	
ЕОВ	0110	4	13 1	111100010s		9 2	111110110010s	
1 1	0111s	4 + 1	14 1	111100011s		10 2	111110110011s	
0 3	1000s		5 2	111100100s		7 3	111110110100s	
0 4	1001s		6 2	111100101s		8 3	111110110101s	
2 1	10100s	5 + 1	3 3	111100110s		4 5	111110110110s	
1 2	10101s		4 3	111100111s		3 7	111110110111s	
0 5	10110s		2 4	111101000s		2 7	111110111000s	
0 6	10111s		2 5	111101001s		2 8	111110111001s	
3 1	110000s	6 + 1	1 8	111101010s		2 9	111110111010s	
4 1	110001s		0 18	111101011s		2 10	111110111011s	
0 7	110010s		0 19	111101100s		2 11	111110111100s	
0 8	110011s		0 20	111101101s		1 15	111110111101s	
5 1	1101000s		0 21	111101110s		1 16	111110111110s	
6 1	1101001s	0 22	111101111s	1 17		111110111111s		
2 2	1101010s	7 + 1	5 3	1111100000s		6 0	1111110000110	
1 3	1101011s		3 4	1111100001s	7 0	1111110000111		
1 4	1101100s		3 5	1111100010s	10 + 1	R 0 11111 0	Двоичная нотация R R = 6-61	13
0 9	1101101s		2 6	1111100011s				
0 10	1101110s		1 9	1111100100s				
0 11	1101111s		1 10	1111100101s				

РИСУНОК 37

Структура сжатого макроблока



1620-37

ТАБЛИЦА 29

Определение STA

Бит STA				Информация о сжатом макроблоке		
s3	s2	s1	s0	Ошибка	Маскирование ошибок	Непрерывность
0	0	0	0	Нет ошибки	Не обработано	Тип a
0	0	1	0		Тип А	
0	1	0	0		Тип В	
0	1	1	0		Тип С	
0	1	1	1	Ошибка существует	_____	_____
1	0	1	0	Нет ошибки	Тип А	Тип b
1	1	0	0		Тип В	
1	1	1	0		Тип С	
1	1	1	1	Ошибка существует	_____	_____
Другое				Зарезервировано		

где:

Тип А: Заменено сжатым макроблоком с тем же номером сжатого макроблока в непосредственно предыдущем кадре.

Тип В: Заменено сжатым макроблоком с тем же номером сжатого макроблока в непосредственно следующем кадре.

Тип С: Этот сжатый макроблок является скрытым, однако метод маскирования не указывается.

Тип а: Непрерывность последовательности обработки данных с другим сжатым макроблоком, для которого $s0 = 0$ и $s3 = 0$ в том же видеосегменте, гарантируется.

Тип b: Непрерывность последовательности обработки данных с другим сжатым макроблоком не гарантируется.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1 Для STA = 0111b код ошибки вставлен в сжатый макроблок. Это является возможностью.

2 Для STA = 1111b позиция ошибки является неопределенной.

ТАБЛИЦА 30

Кодовые слова QNO

Бит номера уровня Q				QNO
q3	q2	q1	q0	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

4.6 Структура видеосегмента

В настоящем разделе описан метод распределения квантованных коэффициентов АС. Видеосегмент CV h,i,k после снижения скорости цифрового потока должен быть составлен так, как показано на рисунке 38. В колонке показан сжатый макроблок. Символ $F_{h,i,j,k,l}$ выражает область сжатых данных для блока DCT с номером h, i, j, k, l . Последовательность битов, определенная как $V_{h,i,j,k,l}$, должна состоять из следующих сцепленных данных: коэффициента DC, информации о режиме DCT, номера класса и кодовых слов коэффициента АС для пронумерованных блоков DCT h,i,j,k,l . Кодовые слова для коэффициентов АС последовательности $V_{h,i,j,k,l}$ должны быть соединены в соответствии с порядком, показанном на рисунке 36, и последним кодовым словом должно быть слово EOB. Наибольшим значащим битом MSB последующего кодового слова должен быть бит, соседний с LSB предыдущего кодового слова.

Алгоритм составления видеосегмента должен состоять из трех следующих проходов:

Проход 1: Распределение $V_{h,i,j,k,l}$ области сжатых данных.

Проход 2: Распределение переполняющей последовательности $V_{h,i,j,k,l}$, которая остается после операции прохода 1 в том же сжатом макроблоке.

Проход 3: Распределение переполняющей последовательности $V_{h,i,j,k,l}$, которая остается после операции прохода 2 в том же видеосегменте.

Алгоритм формирования структуры видеосегмента:

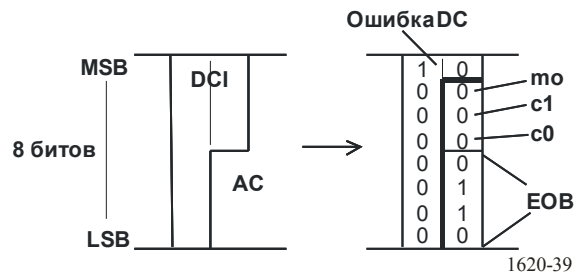
```

for(h = 0; h < 4; h++) {
  if (60 Hz system) n = 10;
  else if (h = 0) n = 12;
  else n = 11;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    if (i < 11) {
      a = (i + 2) mod n;
      b = (i + 6) mod n;
      c = (i + 8) mod n;
      d = (i + 0) mod n;
    }
  }
}

```


РИСУНОК 39

Код ошибки видеоизображения



Приложение 2

Цифровой фильтр для преобразования частоты дискретизации

РИСУНОК 40

Шаблон для характеристики "вносимые потери – частота"

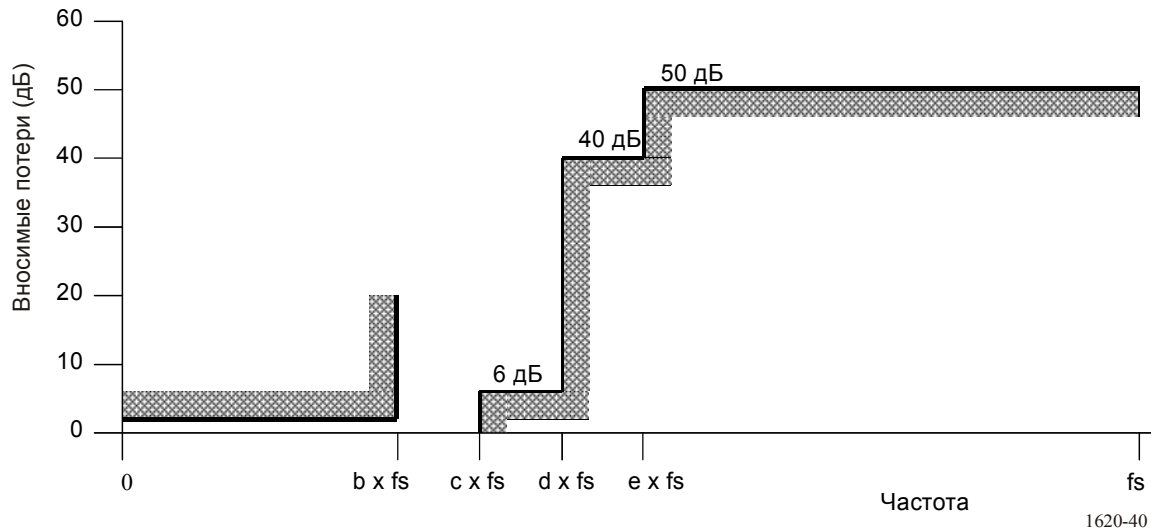
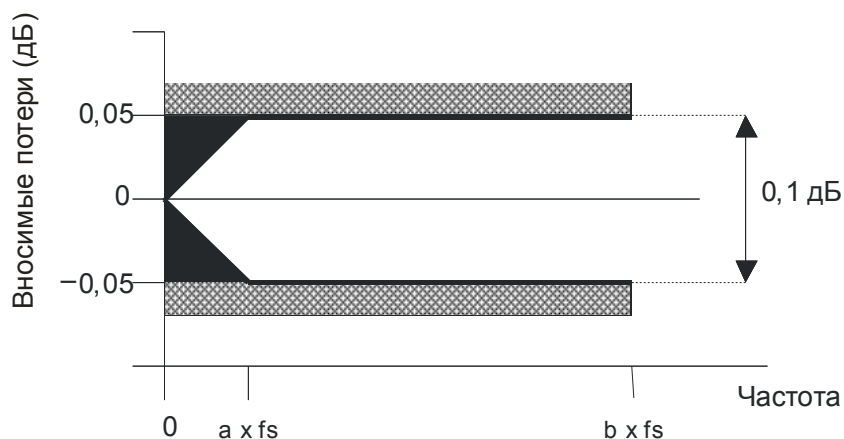


РИСУНОК 41

Допустимое отклонение неравномерности затухания в полосе пропускания



1620-41

ТАБЛИЦА 31

Параметр цифрового фильтра

		f_s	a	b	c	d	e
1920 × 1080/60/I	Y	74,25/1,001 МГц	0,05	0,25	0,333	0,45	0,55
	C _B , C _R		0,025	0,125	0,167	0,225	0,275
1920 × 1080/50/I	Y	74,25 МГц	0,05	0,25	0,375	0,50	0,60
	C _B , C _R		0,025	0,125	0,1875	0,25	0,30
1280 × 720/60 720/60/P	Y	74,25/1,001 МГц	0,05	0,25	0,375	0,50	0,60
	C _B , C _R		0,025	0,125	0,1875	0,25	0,30
1280 × 720/50/P	Y	74,25 МГц	0,05	0,25	0,375	0,50	0,60
	C _B , C _R		0,025	0,125	0,1875	0,25	0,30

Дополнение 1

Библиография

IEC 61834-2 (1999), Recording – Helical-Scan Digital Video Cassette Recording System Using 6,35 mm Magnetic Tape for Consumer Use (525-60, 625-50, 1125-60 and 1250-50 Systems) – Part 2: SD Format for 525-60 and 625-50 Systems – Part 3: HD Format for 1125-60 and 1250-50 Systems.