

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R ВТ.1203-3**  
(01/2022)

**Требования пользователя к общему кодированию цифровых ТВ сигналов со снижением битовой скорости передачи видеосигнала в телевизионной системе сквозной передачи**

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

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в 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, 2022 г.

© ITU 2022

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.1203-3

**Требования пользователя к общему кодированию цифровых ТВ сигналов со снижением битовой скорости передачи видеосигнала в телевизионной системе сквозной передачи**

(Вопрос МСЭ-R 12-3/6)

(1995-2007-2015-2022)

**Сфера применения**

Настоящая Рекомендация направлена на то, чтобы удовлетворить требования пользователя к общему кодированию цифровых ТВ сигналов со снижением битовой скорости передачи видеосигнала в телевизионной системе сквозной передачи, касающиеся формата изображения, систем кодирования, качества изображения и т. д.

**Ключевые слова**

Снижение битовой скорости передачи видеосигнала, спутниковый сбор новостей (ССН)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что достигнуты высокие темпы прогресса в разработке методов кодирования со снижением битовой скорости;
- b) что кодирование цифровых ТВ сигналов со снижением битовой скорости передачи видеосигнала находит весьма широкое применение в ССН<sup>1</sup>/ЭСН<sup>2</sup>, студийном производстве, сетях подачи программ, первичном и вторичном распределении<sup>3, 4</sup>, а также в доставке программ с помощью наземных и спутниковых средств;
- c) что в полной радиовещательной линии будут совместно работать несколько кодеков, что может привести к снижению качества изображения;
- d) что Рекомендации МСЭ-T Н.262 | ISO/IEC 13818-2 (MPEG-2 Видео), Н.264 | ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 AVC) и Н.265 | ISO/IEC 23008-2 (MPEG-H HEVC) уже используются или предлагаются для использования в устройствах по кодированию и декодированию для указанных выше приложений;
- e) что можно было бы извлечь определенную выгоду путем использования общего (т. е. родственного) метода кодирования со снижением битовой скорости в различных приложениях, чтобы в максимальной степени использовать общие особенности в различных приложениях;
- f) что следует добиваться функциональной совместимости между различными форматами видеосигнала и средствами распределения программ;
- g) что производство программ и международный обмен ими осуществляются в форматах ТВЧ, ТСВЧ и HDR-TV;

---

<sup>1</sup> Определение ССН (Спутниковый сбор новостей) содержится в п. 1.1 Приложения 1 Рекомендации МСЭ-R SNG.770.

<sup>2</sup> Определение ЭСН (Электронный сбор новостей) содержится в п. 2 Приложения 3 Рекомендации МСЭ-R SA.1154 и в п. 3 Отчета МСЭ-R ВТ.2069.

<sup>3</sup> Первичное распределение определяется как распределение контента радиовещательных организаций из центра агрегации контента (центр воспроизведения) или центра производства контента либо в передающий вещательный центр, либо до центральной станции сети вторичного распределения.

<sup>4</sup> Вторичное распределение определяется как передача контента радиовещательных организаций населению, независимо от средства доставки.

h) что в течение переходного периода будут сосуществовать как цифровая, так и аналоговая системы радиовещания,

*рекомендует,*

1 чтобы по мере возможности по всей радиовещательной линии использовались одинаковые или близкие по значению форматы изображения;

2 чтобы форматы сигнала изображения как входного, так и выходного сигналов процессов кодирования и декодирования, были одинаковыми;

3 чтобы по мере возможности для наземных и спутниковых передач и вторичного распределения программ использовались одинаковые или "родственные" системы кодирования, чтобы свести к минимуму затраты на приемное оборудование и снижение качества;

4 чтобы по мере возможности кодер допускал сохранение неизменяемых параметров, которые можно было бы использовать в последующих процессах кодирования, когда, например, информацию о движении можно загружать в последующие кодеки;

5 чтобы интерфейс между устройствами для кодирования и декодирования был простым,

*далее рекомендует,*

1 чтобы для входного сигнала кодера и выходного сигнала декодера использовались значения, перечисленные в Приложении 1;

2 чтобы были удовлетворены функциональные и эксплуатационные требования, описанные в Приложении 2;

3 чтобы выгоды, связанные с использованием общих методов кодирования в рамках всей радиовещательной линии или ее отдельных частей, были надлежащим образом изучены с точки зрения удобства в эксплуатации, стоимости оборудования и качества изображения;

4 чтобы выбор между Рекомендацией МСЭ-Т Н.262 | ISO/IEC 13818-2 (MPEG 2 Видео), Рекомендацией МСЭ-Т Н.264 | ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 AVC)<sup>5</sup> или Рекомендацией МСЭ-Т Н.265 | ISO/IEC 23008-2 (MPEG-H HEVC) в аспекте источников методов кодирования, используемых отдельными администрациями, зависел от ряда соображений, включая, например, функциональную совместимость со старым оборудованием, эффективное использование имеющейся скорости передачи по каналам доставки или гармонизацию источников методов кодирования, принятых соседними администрациями для цифровых наземных и спутниковых каналов радиовещания.

---

<sup>5</sup> *Примечание Секретариата.* – Рекомендации МСЭ-Т Н.262, МСЭ-Т Н.264 и МСЭ-Т Н.265 доступны в электронном виде на веб-сайте МСЭ.

## Приложение 1

## Формат изображений для кодеков

ТАБЛИЦА 1

## Формат входного сигнала для кодеков

Позиция	ССН/ЭСН		Подача программ	Студийное производство	Первичное распределение Случай 1 <sup>(3)</sup>	Первичное распределение Случай 2 <sup>(4)</sup>	Наземная передача	Спутниковая передача	Вторичное распределение
	Режим 1 <sup>(1)</sup>	Режим 2 <sup>(2)</sup>							
Кол-во отсчетов в строке и Кол-во строк в кадре	Типовые форматы изображений перечислены в таблице 2								
Формат цветности	Для цифрового интерфейса следует использовать формат 4:2:0, 4:2:2 или 4:4:4 в соответствии с конкретными студийными форматами.				Для цифрового интерфейса следует использовать формат 4:2:0, 4:2:2 или 4:4:4 в соответствии с конкретными студийными форматами.				

(1) Режим 1: хорошие условия передачи.

(2) Режим 2: плохие условия передачи.

(3) Случай 1: цифровое первичное распределение, за которым следует аналоговое вторичное распределение или распространение.

(4) Случай 2: цифровое первичное распределение, за которым следует цифровое вторичное распределение или распространение.

ТАБЛИЦА 2

## Типовые форматы входного изображения для кодеков

Рекомендация МСЭ-Р	Пиксельная матрица	Частота кадров (Гц)	Развертка
ВТ.2100	7 680 × 4 320	120, 120/1.001, 100, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	Построчная
	3 840 × 2 160		
	1 920 × 1 080		
ВТ.2020	7 680 × 4 320	120, 120/1.001, 100, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	Построчная
	3 840 × 2 160	120, 120/1.001, 100, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	Построчная
ВТ.709	1 920 × 1 080 <sup>(1)</sup>	60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	Построчная
	1 920 × 1 080 <sup>(1)</sup>	30, 30/1.001, 25	Чересстрочная
ВТ.1543	1 280 × 720	60, 60/1.001, 30, 30/1.001	Построчная
ВТ.1847	1 280 × 720	50	Построчная
ВТ.601	720 × 576	25	Чересстрочная
	720 × 483 <sup>(2)</sup>	30, 30/1.001	Чересстрочная

<sup>(1)</sup> Для внутреннего кодирования количество отсчетов в строке может быть сокращено до 1440.

<sup>(2)</sup> Количество закодированных строк может быть 480 в случае приложений распространения и вторичного распространения, но скорость цифрового потока должна быть определена для 483 активных строк.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Таблицы 3 и 4 содержат информацию о профилях и уровнях, определенных в Рекомендации МСЭ-Т Н.262.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Таблица 5 содержит информацию об уровнях, определенных в Рекомендации МСЭ-Т Н.264.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Таблица 6 содержит информацию об уровнях, определенных в Рекомендации МСЭ-Т Н.265.

ТАБЛИЦА 3

Верхние границы дискретизации и скорости яркостных элементов изображения, используемые в настоящее время наряду с уровнями, установленными в Рекомендации МСЭ-Т Н.262

Уровень		Профиль				
		Простой	Основной	Высокий		4:2:2
				(4:2:0)	(4:2:2)	
Высокий	Элементов по горизонтали		1 920	1 920	1 920	1 920
	Строк по вертикали		1 088	1 088	1 088	1 088
	Кадр/с		60	60	60	60
	Скорость элементов		62 668 800	83 558 400	62 668 800	62 668 800
Высокий-1440	Элементов по горизонтали		1 440	1 440	1 440	
	Строк по вертикали		1 088	1 088	1 088	
	Кадр/с		60	60	60	
	Скорость элементов		47 001 600	62 668 800	47 001 600	
Основной	Элементов по горизонтали	720	720	720	720	720
	Строк по вертикали	576	576	576	576	608 <sup>(1)</sup>
	Кадр/с	30	30	30	30	30
	Скорость элементов	10 368 000	10 368 000	14 745 600	11 095 200	11 095 200
Низкий	Элементов по горизонтали		352			
	Строк по вертикали		288			
	Кадр/с		30			
	Скорость элементов		3 041 280			

<sup>(1)</sup> 512 строк в кадре для 525/60, 608 строк в кадре для 625/50.

ТАБЛИЦА 4

Верхние уровни для диапазона битовых скоростей (Мбит/с), используемых в настоящее время наряду с уровнями, установленными в Рекомендации МСЭ-Т Н.262

Уровень	Профиль			
	Простой	Основной	Высокий	4:2:2
Высокий		80	100	300
Высокий-1440		60	80	
Основной	15	15	20	50
Низкий		4		

ТАБЛИЦА 5

Уровни, которые должны использоваться наряду с уровнями,  
установленными в Рекомендации МСЭ-T Н.264

Номер уровня	Размер изображения (элементы по горизонтали × строки по вертикали)	Скорость кадров <sup>(1)</sup> (кадры/с)	Максимальная битовая скорость видеосигнала <sup>(2)</sup> (Мбит/с)	Максимальное количество эталонных кадров для размера изображения
3	720 × 480 720 × 576	30 25	10	5
3.1	1 280 × 720	30	14	5
3.2	1 280 × 720	60, 50	20	4
4	1 920 × 1 080	30, 25, 24	20	4
4.1	1 920 × 1 080	30, 25, 24	50	4
4.2	1 920 × 1 080	60, 50	50	4
5.1	3 840 × 2 160	30, 25, 24	240	5
5.2	3 840 × 2 160	60, 50	240	5

<sup>(1)</sup> Включая скорости, умноженные на 1000/1001 для 24, 30, 60 и 120 Гц.

<sup>(2)</sup> Для Высокого, Высокого 10 и Высокого 4:2:2 профилей применяются следующие скоростные множители:

Высокий: × 1,25; Высокий 10: × 3; Высокий 4:2:2: × 4.

ТАБЛИЦА 6

Общие ярусы и пределы уровней для применений радиовещания с использованием HEVC

Номер уровня	Размер изображения (элементы по горизонтали × строки по вертикали)	Скорость кадров <sup>(1)</sup> (кадры/с) (Гц)	Максимальная битовая скорость видеосигнала (Мбит/с)				Максимальное количество эталонных кадров для размера изображения
			Основной ярус <sup>(2)</sup>		Высокий ярус <sup>(3)</sup>		
			Профиль Основной 10 или Основной	Профиль Основной 4:2:2 10	Профиль Основной 10 или Основной	Профиль Основной 4:2:2 10	
3	720 × 480 720 × 576	30 25	6	10	н. д.	н. д.	8 8
3.1	1 280 × 720	30	10	17	н. д.	н. д.	6
4	1 280 × 720 1 920 × 1 080	60, 50 30, 25, 24	12	20	30	50	16 6
4.1	1 920 × 1 080	60, 50	20	33	50	83	6
5	3 840 × 2 160	30, 25, 24	25	42	100	167	6
5.1	3 840 × 2 160	60, 50	40	67	160	267	6
5.2	3 840 × 2 160	120, 100	60	100	240	400	6
6	7 680 × 4 320	30, 25, 24	60	100	240	400	6
6.1	7 680 × 4 320	60, 50	120	200	480	800	6
6.2	7 680 × 4 320	120, 100	240	400	800	1 334	6

<sup>(1)</sup> Включены умноженные на 1000/1001 скорости для 24, 30, 60 и 120 Гц.

<sup>(2)</sup> Радиовещательная передача обычно может использовать Основной ярус.

<sup>(3)</sup> Доставка, первичное распределение, ЭСН и производство программ и обмен ими могут использовать Верхний ярус, который поддерживает более высокие битовые скорости.

## Приложение 2

## Функциональные и эксплуатационные требования к кодекам

ТАБЛИЦА 7

## Функциональные и эксплуатационные требования

Позиция	ССН/ЭСН Режим 1	ССН/ЭСН Режим 2	Подача программ	Студийное производство	Первичное распределение Случай 1	Первичное распределение Случай 2	Наземные	Спутник	Вторичное распределение
Кол-во звуковых каналов ВТ.2100/HDR-TV ВТ.2020/ТСВЧ ВТ.709/ТВЧ ВТ.1543 и ВТ.1847 ВТ.601/ТСЧ	Минимум 2 Минимум 2 Минимум 2 Минимум 2			Максимум 24 <sup>(1)</sup> Максимум 8 Максимум 8 Максимум 6			Максимум 24 <sup>(1)</sup> Максимум 6 Максимум 6 Максимум 6		
Диапазон битовых скоростей	См. таблицы 3–6			См. таблицу 6	Соответствует диапазону скоростей ССН и подачи программ	Соответствует вторичному распределению	См. таблицы 3–6		
Тип прогнозирования <sup>(2)</sup>	I, P				(I, B, P) и (I, P) используются в прямом и непрямом эфире радиовещания, соответственно				
Качество изображения <sup>(3)</sup>	12% <sup>(4)</sup>	36% <sup>(4)</sup>	12% <sup>(4)</sup>		12% <sup>(4)</sup>	12% <sup>(4)</sup>	12% <sup>(5)</sup>		
Совместимость	Не требуется					Желательно			
Иерархическое кодирование	Не требуется					Требуется только для систем с плавным ухудшением			
Возможность масштабирования	Не требуется, но в случае необходимости наименьшее качество может быть обеспечено со стандартным конвертером					Желательно, необходимо для иерархического кодирования			
Взаимодействие	Не требуется					Декодер должен декодировать битовые потоки с любым форматом изображения, но не обязательно для всех			

ТАБЛИЦА 7 (окончание)

Позиция	ССН/ЭСН Режим 1	ССН/ЭСН Режим 2	Подача программ	Студийное производство	Первичное распределение Случай 1	Первичное распределение Случай 2	Наземные	Спутник	Вторичное распределение
Возможность редактирования				Требуется в области битового потока					
Гибкость скорости цифрового потока	Декодер должен декодировать битовые потоки с любой скоростью, указанной в позиции "Диапазон скоростей цифрового потока"								
Задержка кодека	Общая задержка менее 300 мс была бы желательна для интерактивных диалоговых приложений								
Время восстановления (после срыва в течение 50 мс)	≤ 1 с		≤ 500 мс						≤ 500 мс
Время передачи	Задержка на декодирование и промежуток времени между кадрами изображения составляют основную часть времени задержки. Желательное значение для этого параметра – менее 500 мс								
Маскирование ошибок	Требуется, декодер должен поддерживать функционирование и обеспечивать функцию сигнализации об условиях ошибок для студийных приложений				Желательно				
Плавное ухудшение	Не требуется					Желательно, особенно важно для подвижного приема			
Незаметная смена каналов	Не требуется					Менее 550 мс			
Относительная задержка между звуком и изображением	± 2 мс на кодек <sup>(4)</sup>						± 2 мс на кодек <sup>(5)</sup>		

(1) См. Рекомендацию МСЭ-R BS.2051.

(2) I: I-межкадровый, P: P-кадр, B: B-кадр.

(3) Если используется метод с двумя источниками воздействия и непрерывной шкалой качества (DSCQS). Альтернативно может использоваться метод оценки искажений с двумя источниками воздействия (DSIS).

(4) См. Рекомендацию МСЭ-R ВТ.1868.

(5) См. Рекомендацию МСЭ-R ВТ.1122.

## Прилагаемый документ<sup>6</sup>

### Определение и разъяснение позиций таблиц 1, 3, 5, 6 и 7

*Общее кодирование:* цифровое кодирование изображения, основанное на семействе схожих методов кодирования.

*Количество отсчетов в строке:* количество отсчетов яркости в активной строке.

*Количество строк в кадре:* число вертикальных строк в активном кадре.

*Формат цветности:* соотношение между количеством пикселей яркости и количеством совмещенных с ними в пространстве пикселей цветоразностных сигналов, или соотношение между цветными пикселями  $R$ ,  $G$  и  $B$ .

*Количество звуковых каналов:* общее количество звуковых каналов на программу, вместе с описанием того, как эти каналы могут быть скомбинированы для других приложений.

*Диапазон скорости цифрового потока:* минимальная и максимальная скорости цифрового потока на выходе кодера для нескольких входных форматов.

*Режим прогнозирования:* тип прогнозирования, используемый в кодере. Он очень сильно влияет на максимально достижимое качество изображения в последующих кодеках.

*Качество изображения:* результаты субъективных оценок параметров кодирования и декодирования в канале без ошибок.

*Совместимость:* описание того, позволяет ли синтаксис потока отдельную обработку частей общего битового потока в последующих кодеках.

*Иерархическое кодирование:* метод достижения различных уровней разрешения на стороне декодера.

*Возможность масштабирования:* доступ к качеству различных уровней в одном битовом потоке.

*Взаимодействие:* описание степени общности между различными битовыми потоками внутри одной радиовещательной линии.

*Возможность редактирования:* возможность редактировать программу, принимая во внимание структуру выходных данных кодера.

*Гибкость скорости цифрового потока:* алгоритм кодирования может допускать использование либо ПСЦП (постоянная скорость цифрового потока), либо ВСЦП (варьируемая скорость цифрового потока) кодирование.

*Задержка кодера:* задержка, вносимая алгоритмами кодирования-декодирования.

*Время восстановления:* интервал времени между физическим нарушением работы на радиовещательной линии и достижением полного восстановления функционирования.

*Время передачи:* максимально допустимое время ожидания от начала декодирования до вывода изображения на экран. Оно может влиять на выбор схемы кодирования.

*Маскирование ошибок:* возможность декодера реагировать определенным образом на сигналы тревоги, пришедшие от устройства коррекции ошибок декодера.

*Плавное ухудшение:* для того чтобы избежать внезапного ухудшения качества изображения на стороне декодера, выходной сигнал кодеров, обладающий способностью масштабирования, может быть защищен при помощи различных схем обнаружения ошибок или схем нелинейной модуляции. Возможно также сочетание обоих методов.

*Незаметная смена каналов:* время, необходимое для переключения между различными телевизионными программами так быстро, насколько возможно.

---

<sup>6</sup> Содержащиеся в настоящем Прилагаемом документе определения относятся только к данной Рекомендации.