

Рекомендация МСЭ-R ВТ.2131-1

(02/2025)

Серия ВТ: Радиовещательная служба (телевизионная)

**Значения параметров видеосигнала
для перспективных иммерсивных
аудиовизуальных систем
для производства международных
программ и обмена ими в радиовещании**

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 Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <https://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: <https://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.)

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	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, 2025 г.

© ITU 2025

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.2123-1

Значения параметров видеосигнала для перспективных иммерсивных аудиовизуальных систем для производства международных программ и обмена ими в радиовещании

(2019-2025)

Сфера применения

Перспективные иммерсивные аудиовизуальные системы (AIAV) предоставят зрителям возможность иммерсивного просмотра программ с беспрецедентным эффектом присутствия благодаря обеспечению широкого поля обзора в желаемом направлении. Чтобы получить высококачественное удобное для просмотра изображение, системы AIAV должны обладать более высокими, чем системы ТСВЧ, уровнями параметров видеосигнала, а также дополнительными системными параметрами, обеспечивающими всенаправленное представление изображения. В настоящей Рекомендации определены параметры систем AIAV для производства международных программ и обмена ими.

Ключевые слова

Иммерсивные медиа, виртуальная реальность, видео в формате 360°, системные параметры, проекционное преобразование

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что виртуальная реальность, видео в формате 360° и другие иммерсивные медиатехнологии привлекают внимание поставщиков контента, аудитории и продавцов соответствующих технологий для потребителей;
- b) что составители теле- и радиопрограмм и другие специалисты изучают передовые иммерсивные системы для улучшения восприятия аудиторией их контента;
- c) что в настоящее время иммерсивный медиаконтент обычно приобретается и производится с учетом требований конкретных технологий доставки или распределения;
- d) что в настоящее время не существует всемирных стандартов или рекомендуемой практики производства и обработки программ виртуальной реальности, видео в формате 360° и других иммерсивных телевизионных программ вещания, а также обмена ими;
- e) что радиовещательные организации распространяют для своей аудитории весьма разнообразный контент с использованием все возрастающего числа интерактивных платформ доставки;
- f) что для получения высококачественных и удобных для просмотра изображений виртуальной реальности в формате 360° необходимо весьма высокое пространственное разрешение;
- g) что определение значений параметров аудиовизуальных компонентов перспективных иммерсивных аудиовизуальных систем (AIAV) для производства профессионального линейного контента будет способствовать производству разнообразного AIAV-контента,

рекомендует

использовать спецификации, представленные в настоящей Рекомендации, для производства AIAV-контента и международного обмена таким контентом.

1 Характеристики изображений формата 360° для приложений с тремя степенями свободы (3DoF)¹

Характеристики изображений формата 360° для приложений с тремя степенями свободы (3DoF) приведены в таблицах 1–3.

ТАБЛИЦА 1

Пространственно-временные характеристики изображения

Параметр	Значения
Метод проецирования сферы на прямоугольное изображение	Проекция равных прямоугольников (подробнее см. в Приложении 1)
Число пикселей преобразуемых изображений по горизонтали и вертикали	30 720 × 15 360 ^{(1), (2)} (30K × 15K)
Формат пикселей	1 : 1 (квадратные пиксели)
Частота кадров (Гц)	120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50
Формат изображения	Построчный

⁽¹⁾ Эти значения даны исходя из типичных характеристик пространственно-угловой остроты зрения человека с тем расчетом, чтобы зрители не воспринимали структуру пикселей при просмотре части изображения в формате 360°. Для получения полного изображения в формате 360° требуется 30K × 15K пикселей. При проектировании реальной системы можно использовать другое число пикселей.

⁽²⁾ Полусферу или часть изображения в формате 360° можно представить путем взятия части из всего набора пикселей (30K × 15K).

ТАБЛИЦА 2

Колориметрия системы

Параметр		Значения		
		Оптический спектр (для справки)	Координаты цветности (CIE, 1931)	
			x	y
Первичные цвета	Первичный красный (R)	Монохромный 630 нм	0,708	0,292
	Первичный зеленый (G)	Монохромный 532 нм	0,170	0,797
	Первичный синий (B)	Монохромный 467 нм	0,131	0,046
Опорный уровень белого		D65 по ISO 11664-2:2007	0,3127	0,3290
Функции согласования цветов		CIE 1931		

¹ Программные материалы, обеспечивающие пользователю свободный обзор в любом направлении с тремя степенями свободы (3DoF) (поворот (yaw), фронтальное качание (pitch) и боковой наклон (roll)). Типовой сценарий использования: сидящий в кресле пользователь, просматривающий трехмерный контент виртуальной реальности в формате 360° на головном дисплее (HMD). Более подробные сведения приведены на рисунке 1.

ТАБЛИЦА 3
Формат сигнала

Параметр	Значения
Формат сигнала	$R'G'B'$, $Y'C'_BC'_R$ (непостоянная яркость), IC_{TCR}
Способ определения $R'G'B'$, $Y'C'_BC'_R$ и IC_{TCR} (только HDR)	Стандартный динамический диапазон (SDR): согласно Рек. МСЭ-R ВТ.2020 Широкий динамический диапазон (HDR): согласно Рек. МСЭ-R ВТ.2100
Разрядность	10 или 12 бит на компонент
Цветовая субдискретизация	В соответствии с таблицей 8 Рек. МСЭ-R ВТ.2100
Цифровое целочисленное представление	В соответствии с таблицей 9 Рек. МСЭ-R ВТ.2100 (SDR: узкий диапазон, HDR: широкий или полный диапазон)

Примечание к таблице 3. – Формат сигнала постоянной интенсивности IC_{TCR} был введен в 2016 году Рекомендацией МСЭ-R ВТ.2100. Этот формат сигнала не следует использовать для обмена программами без согласования со всеми сторонами.

2 Характеристики представления изображений в формате 360°

Справочные характеристики представления изображений в формате 360° приведены в Приложении 2.

Приложение 1 (нормативное)

Всенаправленное проецирование видеоизображения²

1 Структура проекции и система координат

Структура проекции представляет собой единичную сферу.

Систему координат, определяемую в настоящем разделе, рекомендуется использовать для указания ориентации структуры проекции или положения точки на сфере. В последнем случае угол бокового наклона можно опустить или игнорировать.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Предполагается, что системы координат различных сред были совмещены при производстве контента.

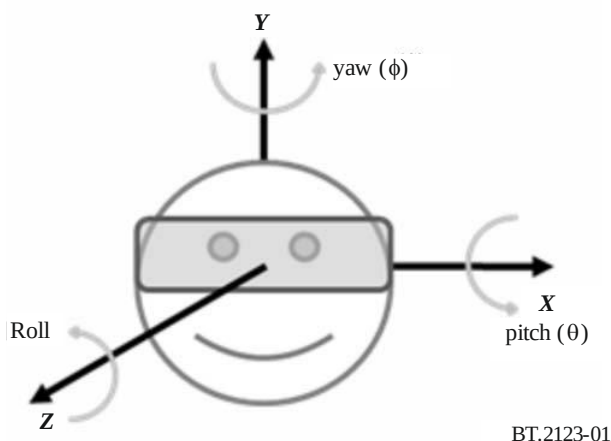
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Определяемая система координат совпадает с эталонной системой координат для исполнительных механизмов, установленной стандартом ISO/IEC 23005-5.

На рисунке 1 показаны оси координат, в которых определяются углы поворота (yaw , ϕ), фронтального качания ($pitch$, θ) и бокового наклона ($roll$). Поворот соответствует вращению относительно оси Y (вертикальной), фронтальное качание – относительно оси X (горизонтальной, в поперечном направлении), а боковой наклон – относительно оси Z (в направлении вперед/назад). Вращение происходит при неподвижных осях, то есть вокруг фиксированных эталонных осей X , Y и Z . Углы увеличиваются по часовой стрелке, если смотреть из начала координат в сторону положительных значений оси.

² Настоящее Приложение основано на положениях стандарта ISO/IEC 23090-2 Omnidirectional Media Format.

РИСУНОК 1

Главные оси для углов поворота, фронтального качания и бокового наклона
 Поворот – вращение относительно оси Y (вертикальной), фронтальное качание – относительно оси X (горизонтальной, в поперечном направлении), а боковой наклон – относительно оси Z (в направлении вперед/назад)



Угол поворота (ϕ) задает угол вращения вокруг оси Y в градусах.

Тип: десятичное значение с плавающей точкой.

Диапазон: от -180 (включительно) до 180 (исключая это значение).

Угол фронтального качания (θ) задает угол вращения вокруг оси X в градусах.

Тип: десятичное значение с плавающей точкой.

Диапазон: от -90 (включительно) до 90 (включительно).

Угол бокового наклона задает угол вращения вокруг оси Z в градусах.

Тип: десятичное значение с плавающей точкой.

Диапазон: от -180 (включительно) до 180 (исключая это значение).

2 Форматы всенаправленной проекции

Входными данными для этого пункта являются:

- **ширина изображения (w)** и **высота изображения (h)** – соответственно ширина и высота изображения в проекции равных прямоугольников в образцах; и
- координаты средней точки местоположения образца (i, j) по горизонтальной и вертикальной осям соответственно.

Выходными данными для этого пункта являются:

- угловые координаты (ϕ, θ) образца в градусах относительно координатных осей, определенных в пункте 1.

Угловые координаты (ϕ, θ) местоположения образца яркости в градусах задаются следующими уравнениями преобразования в равные прямоугольники (см. рисунок 2):

$$\phi = (i \div w - 0,5) * 360;$$

$$\theta = (0,5 - j \div h) * 180.$$

РИСУНОК 2
Определение координат образцов



Приложение 2
(информационное)

Характеристики представления изображений в формате 360°

Для представления изображений в формате 360° на головном дисплее (HMD) требуются пространственные характеристики, приведенные в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4
Требования к пространственным характеристикам HMD
при представлении изображений в формате 360°

Пространственные характеристики		Требования
Зона обзора (FV)	Горизонтальная (FV _H)	FV _H ≥ 240°
	Вертикальная (FV _V)	FV _V ≥ 160°
Пространственное разрешение (SR)	FV _H ≤ 100°, FV _V ≤ 90°	SR ≥ 30 цикл/град.
	100° < FV _H ≤ 160°, 90° < FV _V ≤ 110°	SR ≥ 8 цикл/град.
	160° < FV _H , 110° < FV _V	SR ≥ 1 цикл/град.

Примечание к таблице 4. – Эти требования основаны на Отчете МСЭ-R ВТ.2506-1.