

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1305-1
(03/2010)

**Цифровые аудиоданные и вспомогательные
данные в качестве сигналов служебных
данных в интерфейсах, соответствующих
Рекомендациям МСЭ-R ВТ.656 и МСЭ-R ВТ.799**

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/publications/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 службой
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, 2010 г.

© ITU 2010

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.1305-1*

Цифровые аудиоданные и вспомогательные данные в качестве сигналов служебных данных в интерфейсах, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R ВТ.656 и МСЭ-R ВТ.799

(Вопрос МСЭ-R 39/6)

(1997-2010)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определяются правила отображения для передачи потока битов AES/EBU, как это определено в Рекомендации МСЭ-R BS.647, через область горизонтальных служебных данных последовательных интерфейсов, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R BS.656 и МСЭ-R ВТ.799. Данные, передаваемые в потоке битов, могут быть двуканальными, периодически дискретизируемыми и линейно представленными цифровыми аудиоданными или другими данными, сформатированными таким образом, чтобы соответствовать полезной нагрузке области потока битов AES/EBU.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что многие страны устанавливают средства производства цифровых телевизионных программ, основанные на использовании цифровых компонентов видеосигнала, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R ВТ.601 и МСЭ-R ВТ.656;
- b) что в сигнале, соответствующем Рекомендации МСЭ-R ВТ.656, имеется достаточно емкости для сигналов дополнительных данных, которые могут быть мультиплексированы с сигналом видеоданных;
- c) что можно получить ряд эксплуатационных и экономических выгод путем мультиплексирования сигналов служебных данных с сигналом видеоданных;
- d) что чем меньше различных форматов используется для сигналов служебных данных, тем более выгодным будет их использование;
- e) что уже повсеместно используются сигналы служебных данных, вводимые в последовательный интерфейс;
- f) что в Рекомендации МСЭ-R BS.647 определен интерфейс (общеизвестный как интерфейс Общества инженеров по звуковой технике/Европейского радиовещательного союза (AES/EBU)) для последовательной передачи двух каналов цифровых звуковых и вспомогательных сигналов,

рекомендует,

1 чтобы для введения в сигналы интерфейсов, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R ВТ.656 и МСЭ-R ВТ.799, цифровых аудиоданных и вспомогательных данных в качестве сигналов служебных данных использовалась спецификация, приведенная в Приложении 1;

2 чтобы соблюдение положений данной Рекомендации осуществлялось на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы.

* В 2007 году 6-я Исследовательская комиссия по радиосвязи включила в эту Рекомендацию редакционные поправки в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 44.

Употребление таких слов ни коим образом не следует интерпретировать как основание для частичного или полного соблюдения положений данной Рекомендации.

Приложение 1

Цифровые аудиоданные и вспомогательные данные в качестве сигналов служебных данных

1 Введение

В настоящей спецификации определяется отображение цифровых аудиоданных и вспомогательных данных, соответствующих Рекомендации МСЭ-R BS.647, при этом сигнал может содержать также данные, не относящиеся к ИКМ, и связанной с ними управляющей информации в области служебных данных последовательных цифровых видеосигналов, соответствующих Рекомендациям МСЭ-R ВТ.656 и МСЭ-R ВТ.799. Данные, не относящиеся к ИКМ, могут быть представлены как часть полезной нагрузки потока битов AES/EBU.

Для реализации внутростудийных приложений предпочтительным вариантом является звук, дискретизированный с частотой 48 кГц и четко синхронизированный (изохронный) относительно изображения. Эта спецификация также может поддерживать звук с изохронной или асинхронной дискретизацией, частота которой лежит в диапазоне от 32 до 48 кГц.

Минимальная (или по умолчанию) реализация параметров данной спецификации поддерживает 20-битовые аудиоданные, определенные в п. 3.5. В качестве одного из вариантов эта спецификация поддерживает 24-битовый звук или 4-битовые вспомогательные данные AES/EBU, определенные в п. 3.10.

Данная спецификация позволяет реализовать минимум 2 аудиоканала и максимум 16 аудиоканалов, расположенных в свободном пространстве служебных данных. Аудиоканалы передаются парами, которые при возможности объединяются в группы по 4. Каждая группа идентифицируется уникальным идентификационным номером служебных данных.

Для облегчения подходящей идентификации характеристик взаимодействия оборудования с различными возможностями определено несколько режимов работы. Режимом работы по умолчанию является режим изохронной дискретизации звука с частотой 48 кГц, обеспечивающий передачу 20 битов аудиоданных AES/EBU, который определяется таким образом, чтобы гарантировать его прием любым оборудованием, соответствующим данной спецификации.

2 Справочные документы

- | | |
|-----------------------------|---|
| Рекомендация МСЭ-R ВТ.656: | Интерфейсы для цифровых компонентных видеосигналов в телевизионных системах с 525 строками и 625 строками, работающих на уровне 4:2:2, описанном в Рекомендации МСЭ-R ВТ.601. |
| Рекомендация МСЭ-R BS.647: | Цифровые аудиоинтерфейсы для радиовещательных студий. |
| Рекомендация МСЭ-R ВТ.799: | Интерфейсы для цифровых компонентных видеосигналов в телевизионных с 525 строками и 625 строками, работающих на уровне 4:4:4, описанном в Рекомендации МСЭ-R ВТ.601. |
| Рекомендация МСЭ-R ВТ.1364: | Формат сигналов вспомогательных данных, переносимых в цифровых компонентных студийных интерфейсах. |

3 Определения

К терминам, используемым в настоящей Рекомендации, применяются следующие определения:

3.1 Звук AES/EBU

Все данные, аудиоинформация и вспомогательная информация, относящаяся к потоку битов AES/EBU, определены в Рекомендации МСЭ-R BS.647.

3.2 Кадр AES/EBU

Два субкадра AES/EBU – один субкадр с аудиоданными для канала 1, за которым следует 1 субкадр с аудиоданными для канала 2.

3.3 Субкадр AES/EBU

Все данные, относящиеся к одному аудиоотсчету AES/EBU одного канала из пары каналов.

3.4 Пакет управляющих аудиоданных

Это пакет служебных данных, передаваемый один раз за период поля и содержащий данные, применяемые при реализации факультативных элементов, описанных в данной спецификации.

3.5 Аудиоданные

23 бита: 20 битов звука AES/EBU, относящиеся к одному аудиоотсчету без вспомогательных данных AES/EBU, плюс 3 следующих бита: достоверность отсчета (бит V), статус канала (бит C), данные пользователя (бит U).

3.6 Пакет аудиоданных

Пакет служебных данных, как он определяется в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1364, содержащий аудиоданные для одной или двух пар каналов (двух или четырех каналов). Пакет аудиоданных может содержать аудиоданные для одного или нескольких отсчетов, связанных с каждым каналом.

3.7 Номер аудиокадра

Это номер начиная с 1 для каждого кадра в последовательности аудиокадров. Например, в п. 3.8 номера кадров были бы 1, 2, 3, 4, 5.

3.8 Последовательность аудиокадров

Количество видеокадров, требуемое для целого числа аудиоотсчетов при изохронной работе. Например, последовательность аудиокадров для изохронной дискретизации с частотой 48 кГц в системе с 525 строками (29,97 кадров/с) составит 5 кадров, а для системы с 625 строками (25 кадров/с) – 1 кадр.

3.9 Аудиогруппа

Состоит из одной или двух пар каналов, которые заключены в один пакет служебных данных. Аудиогруппы нумеруются от 1 до 4. Каждая аудиогруппа имеет свой уникальный идентификационный номер (ID), определенный в п. 12.2.

3.10 Вспомогательные данные

4 бита звука AES/EBU, относящиеся к одному отсчету, определяемые как вспомогательные данные в Рекомендации МСЭ-R BS.647. Эти 4 бита могут использоваться для увеличения разрешения аудиоотсчетов.

3.11 Канальная пара

Два цифровых аудиоканала, обычно получаемые от одного аудиоисточника AES/EBU.

3.12 Расширенный пакет данных

Пакет служебных данных, содержащий вспомогательные данные, относящиеся к соответствующему пакету аудиоданных, и следующий непосредственно за этим пакетом.

3.13 Пара отсчетов

Два аудиоотсчета AES/EBU, как это определено в п. 3.1.

3.14 Изохронный звук

Звук по определению изохронен с изображением, если частота дискретизации звука такова, что количество аудиоотсчетов, относящихся к целому числу видеок кадров, является неизменным целым числом, как показано в следующих примерах:

Частота дискретизации звука (кГц)	Отсчетов/кадр, 29,97 кадр/с (видео)	Отсчетов/кадр, 25 кадр/с (видео)
48,0	8008/5	1920/1
44,1	147147/100	1764/1
32,0	16016/15	1280/1

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В синхронизации изображения и звука должна использоваться тактовая частота одного источника, так как простая синхронизация по частоте может привести к потере отсчета или к появлению лишнего отсчета в последовательности аудиокадров.

4 Обзор и уровни работы

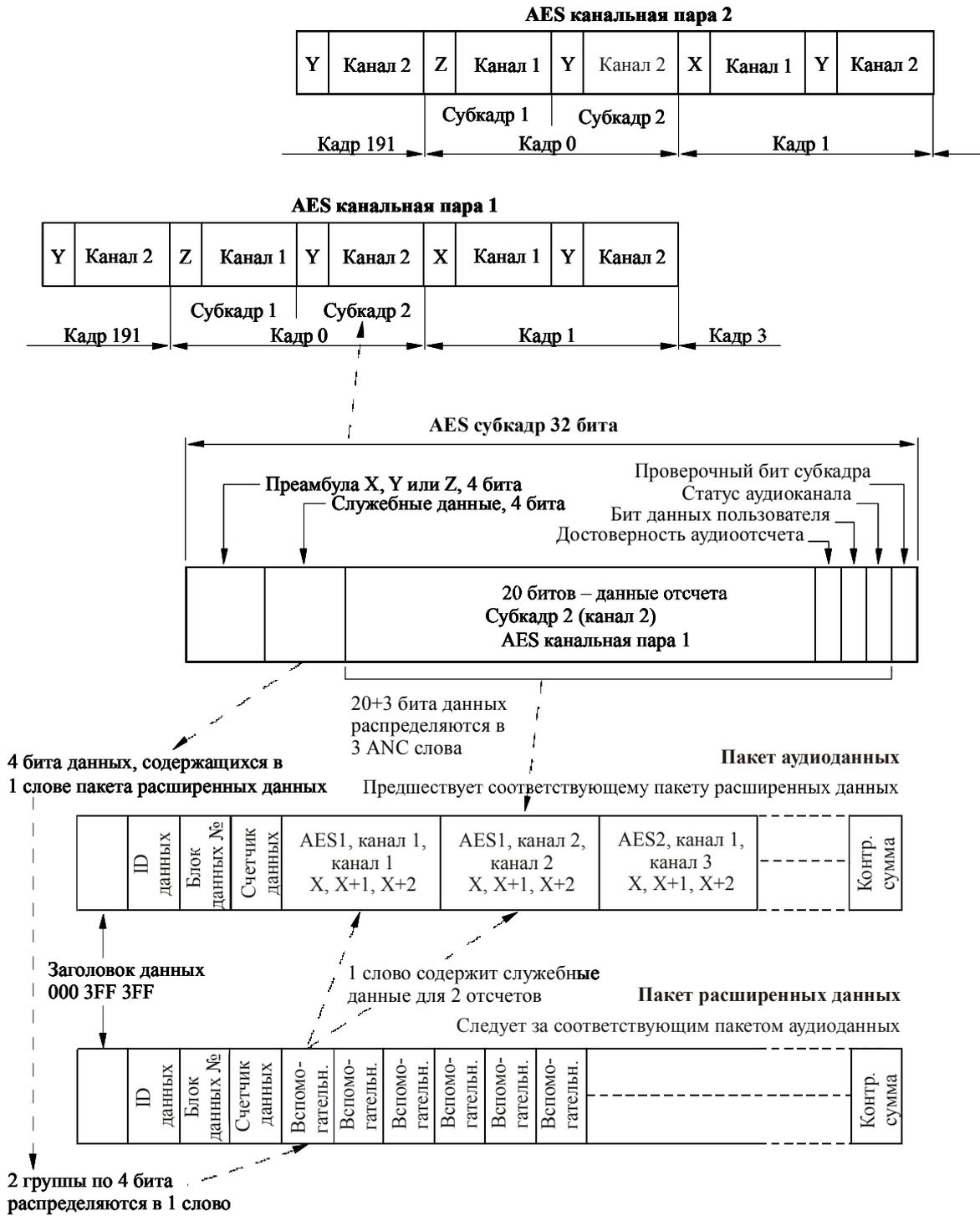
4.1 Конфигурация

Из аудиоданных, полученных из одного или нескольких кадров AES/EBU и из одного или двух канальных пар, формируется пакет аудиоданных, показанный на рисунке 1. Как правило, оба канала в канальной паре будут получены из одного аудиоисточника AES/EBU, но это не имеет существенного значения. Количество отсчетов на канал, содержащихся в одном пакете аудиоданных, будет зависеть от распределения этих данных в кадре видеосигнала. Например, область служебных данных в некоторых телевизионных строках допускает передачу трех отсчетов, в других можно передать четыре отсчета. Возможны также и другие значения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторое существующее оборудование допускает передачу иного количества отсчетов, включая отсутствие такой передачи. Приемное оборудование должно обрабатывать любые количества отсчетов от нуля до предела, определяемого областью служебных данных.

РИСУНОК 1

Соотношение между пакетами AES данных и пакетами аудио/расширенных данных



4.2 Типы пакетов

Определены три типа пакетов служебных данных, предназначенных для передачи аудиоинформации AES/EBU.

Пакет аудиоданных переносит всю информацию в потоке битов AES/EBU за исключением вспомогательных данных, определенных в Рекомендации МСЭ-R BS.647. Пакеты аудиоданных должны располагаться в области горизонтальных служебных данных большинства телевизионных строк в любом поле.

Пакет управляющих аудиоданных передается один раз за время поля. Этот пакет не является обязательным для случая "по умолчанию" для изохронного звука с частотой дискретизации 48 кГц (20 или 24 бита), но он необходим при всех других режимах работы.

Вспомогательные данные передаются в пакете расширенных данных, соответствующем пакету аудиоданных, к которому они относятся, и следующем непосредственно после него.

Идентификационные номера данных (ID) (см. пп. 12–14) определены для четырех отдельных пакетов каждого типа. Это позволяет получить до восьми канальных пар. В данной спецификации аудиогруппы нумеруются от 1 до 4, а каналы нумеруются от 1 до 16. Каналы 1–4 расположены в группе 1, каналы 5–8 – в группе 2 и т. д.

Если используются пакеты расширенных данных, то они включаются в состав той же строки видеосигнала, что и пакет аудиоданных, который содержит данные той же пары отсчетов. Пакет расширенных данных следует за пакетом аудиоданных и содержит две 4-битовые группы вспомогательных данных для каждого слова служебных данных, как показано на рисунке 1.

4.3 Степени совместимости

Полная реализация в оборудовании всех возможностей, перечисленных в настоящей Рекомендации, не имеет решающего значения. Для обозначения степени реализации этих возможностей в оборудовании добавляются буквы суффикса. Буквы суффикса и соответствующие уровни реализации показаны в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1
Уровни реализации

Уровень	Поддерживается
A	Изохронный звук с частотой дискретизации 48 кГц, 20-битовые пакеты аудиоданных. (Распределение отсчетов по телевизионной строке для уровня А соответствует равномерному распределению отсчетов, требуемому в п. 9.1, для того чтобы гарантировать совместимость с приемниками, операционные возможности которых ограничены уровнем А)
B	Более не используется
C	Изохронный звук с частотой дискретизации 48 кГц, пакеты аудиоданных и расширенных данных
D	Асинхронный звук (подразумевается 48 кГц, другие частоты, если это указано)
E	Звук с частотой дискретизации 44,1 кГц
F	Звук с частотой дискретизации 32 кГц
G	Непрерывная частота дискретизации в диапазоне 32–48 кГц
H	Последовательность аудиокадров (см. п. 14.4)
I	Настройка времени задержки
J	Несовпадающие Z-биты в канальной паре

Примеры соответствия обозначений:

- Передатчик, который поддерживает только 20-битовый изохронный звук с частотой дискретизации 48 кГц, соответствует уровню А. (Ожидается, что распределение передаваемых отсчетов соответствует п. 9).
- Передатчик, который поддерживает 20-битовый и 24-битовый изохронный звук с частотой дискретизации 48 кГц, соответствует уровням А и С. (В случае работы на уровне А ожидается, что распределение передаваемых отсчетов соответствует п. 9, тогда как для работы на уровне С может использоваться другое распределение отсчетов).
- Приемник, который может допускать только прием 20-битового изохронного звука с частотой дискретизации 48 кГц и требующий распределения отсчетов уровня А, соответствует уровню А.
- Приемник, который допускает и использует 24-битовые данные, соответствует уровню С.
- Оборудование, которое поддерживает только асинхронный звук и только с частотами дискретизации 32 кГц, 44,1 кГц и 48 кГц, соответствует уровням D, E и F.

5 Использование области служебных данных

5.1 Используемая служебная область

Аудиоданные и расширенные данные размещаются в интервале гашения цифровой строки между точками конца активного изображения и начала активного изображения и могут располагаться на любой строке за исключением следующих:

- Аудиоданные и расширенные данные не передаются в области горизонтальных служебных данных, которая располагается после точки нормального переключения видеосигнала, т. е. в интервале гашения цифровой строки 11/274 (система с 525 строками) или строки 7/320 (система с 625 строками).
- Аудиоданные и расширенные данные не передаются в части области горизонтальных служебных данных, предназначенной для передачи контрольных слов проверки ошибок, строки 9/272 (система с 525 строками) или строки 5/318 (система с 625 строками).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторое из существующего передающего оборудования может не соответствовать перечисленным выше требованиям. Приемники должны принимать аудиоданные, передаваемые в любой области служебных данных.

5.2 Расположение в служебной области

Аудиоданные и расширенные данные должны вводиться непосредственно после опорного сигнала конца активного изображения в свободные области служебных данных (гашение цифровой строки).

6 Форматирование пакета аудиоданных

6.1 Канальные пары

Четыре аудиоканала группы 1 располагаются так, что каналы 1 и 2 образуют одну канальную пару, а каналы 3 и 4 образуют другую канальную пару. Аудиогруппа 2 содержит каналы 5 и 6, образующие одну канальную пару, и т. д.

6.2 Последовательность передачи

В случае если аудиоданные получены из одного потока данных AES/EBU, данные располагаются так, что в одной канальной паре данные субкадра 1 всегда передаются раньше данных субкадра 2. Это означает, что данные из субкадра 1 будут размещены в канале 1 (или 3,5 и т. д.), а данные из субкадра 2 будут размещены в канале 2 (или 4, 6 и т. д.).

Порядок, в котором каналные пары передаются в рамках группы, не определяются. Например, каналная пара, содержащая каналы 3 и 4, может предшествовать каналной паре, содержащей каналы 1 и 2.

6.3 Недействующие каналы

В том случае, когда в каналной паре активен только один канал, все равно должны передаваться оба канала. Если аудиосигнал получен не из одного аудиосигнала AES/EBU, то аудиоотсчеты сопровождающего неактивного канала должны быть установлены на ноль, а биты V, C и U должны при этом иметь соответствующие значения.

6.4 Частоты дискретизации

Аудиоканалы одной каналной пары должны иметь одинаковую частоту дискретизации и, как считается, имеют одинаковый статус – изохронный или несинхронный.

Канальные пары могут смешиваться с учетом их частоты дискретизации и изохронного или несинхронного статуса. Каждый кадр видеосигнала будет содержать соответствующее число аудиоотчетов AES/EBU для используемой частоты дискретизации.

6.5 Длина пакета

Длина аудиопакета не является постоянной. Для того чтобы удовлетворять требованиям, изложенным в п. 8.1, этот пакет должен быть достаточно коротким, оставляя в области служебных данных свободное место для размещения пакета расширенных данных, если представлены служебные данные.

7 Пакет управляющих аудиоданных

7.1 Размещение

Необязательный пакет управляющих аудиоданных будет передаваться во второй области горизонтальных служебных данных после точки переключения видеосигнала (строка 12/275 (система с 525 строками) или строка 8/320 (система с 625 строками)). Пакет управляющих данных передается в этой области служебных данных до передачи любых аудиопакетов.

7.2 По умолчанию

Если пакет управляющих аудиоданных не передается, то считается, что условия работы соответствуют установленному по умолчанию изохронному звуку с частотой дискретизации 48 кГц. Этот пакет может состоять из любого числа каналных пар вплоть до максимального их числа – восьми. Все остальные параметры, управляющие звуком, не определяются.

8 Форматирование пакета расширенных данных

8.1 Размещение

Вспомогательные данные, если они имеются, должны передаваться в виде части пакета расширенных данных, расположенного в той же области служебных данных, что и соответствующие им аудиоданные. Если расширенные данные используются, то в каждой соответствующей паре отсчетов будет передаваться по одному слову из этих расширенных данных.

8.2 Порядок передачи

Пакеты аудиоданных передаются перед относящимися к ним пакетами расширенных данных.

В пределах конкретной области служебных данных все аудиоданные и вспомогательные данные, относящиеся к одной аудиогруппе, передаются вместе раньше, чем будут переданы данные из другой группы.

8.3 Асинхронная работа

Когда канальная пара работает в асинхронном режиме, соответствующий ей аудиокадр с номером (AFn-n) в пакете управляющих аудиоданных не используется (см. п. 14.3).

9 Распределение пакетов аудиоданных

Передаваемые данные должны быть распределены максимально равномерно по области поля видеосигнала с учетом ограничений, изложенных в пп. 5–8.

10 Структура аудиоданных

10.1 Отображение

Субкадр AES/EBU, содержащий менее четырех битов вспомогательных данных, отображается в трех смежных словах (X, X+1, X+2) служебных данных следующим образом:

Адрес бита	X	X+1	X+2
b ₉	He b ₈	He b ₈	He b ₈
b ₈	aud 5	aud 14	P
b ₇	aud 4	aud 13	C
b ₆	aud 3	aud 12	U
b ₅	aud 2	aud 11	V
b ₄	aud 1	aud 10	aud 19 (MSB)
b ₃	aud 0	aud 9	aud 18
b ₂	ch 1	aud 8	aud 17
b ₁	ch 0	aud 7	aud 16
b ₀	Z	aud 6	aud 15

aud(0–19): линейное дополнение до двух представленных аудиоданных

ch(0–1): идентифицирует аудиоканал в аудиогруппе:

ch = 00 – может быть каналом 1 (или 5, 9, 13)

ch = 01 – может быть каналом 2 (или 6, 10, 14),..

P: проверка на четность для 26 предшествующих битов в отсчете субкадра (за исключением бита b₉ в первом и втором словах)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Бит P – не то же самое, что бит проверки на четность AES/EBU.

C: AES/EBU бит статуса аудиоканала

U: AES/EBU бит пользователя

V: AES/EBU бит достоверности отсчета

MSB: старший бит

10.2 Биты Z

Оба бита Z канальной пары должны быть установлены на "1" в одном и том же отсчете, совпадающем с началом нового блока статуса канала AES/EBU (который появляется только в кадре 0), в противном случае они должны быть установлены на "0". Такая установка этих битов является формой, требуемой в том случае, когда канальная пара получена из одного потока данных AES/EBU.

Допускается независимая установка битов Z на "1", что позволяет вводить звук от двух источников AES/EBU, у которых Z преамбулы (блоки статуса канала) не совпадают. Это соответствует работе на уровне J (см. п. 4.3).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторое приемное оборудование может не допускать установку битов Z на "1" для одной и той же канальной пары в различных позициях. Это не представляет проблемы, когда передаваемая канальная пара получена от одного источника AES/EBU, но если для создания канальной пары используются различные источники, передатчик должен либо переформатировать блоки статуса канала для обеспечения их совпадения, если они еще не синхронизированы на уровне блоков, либо указать, что сигнал может создавать проблемы у некоторого приемного оборудования.

11 Расширенные данные

11.1 Структура

Расширенные данные упорядочиваются таким образом, что 4 вспомогательных бита AES/EBU каждого из двух связанных субкадров одного AES/EBU кадра объединяются в одно слово служебных данных. Там где передается более четырех каналов, взаимосвязь пакетов аудиоданных и расширенных данных в соответствии с п. 8.2 гарантирует требуемое соответствие служебных данных и данных аудиоотчетов.

Адрес бита	Слово служебных данных
b_9	Не b_8
b_8	a
b_7	y_3 (MSB)
b_6	y_2
b_5	y_1
b_4	y_0 (LSB)
b_3	x_3 (MSB)
b_2	x_2
b_1	x_1
b_0	x_0 (LSB)

b_9 : не b_8

a : указатель адреса: 0 для каналов 1 и 2
1 для каналов 3 и 4

$y(0-3)$: служебные данные из субкадра 2

$x(0-3)$: служебные данные из субкадра 1

MSB: старший бит

LSB: младший бит

12 Пакеты аудиоданных

12.1 Структура

20-битовые аудиоотсчеты, определенные в п. 10, объединяются и распределяются по пакетам служебных данных; формат пакетов служебных данных определяется в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1364. На рисунке 2 показан пример четырех аудиоканалов (две канальные пары). Пары отсчетов могут передаваться в любом порядке и не должны передаваться в показанном порядке. Более того, если частоты дискретизации для AES1 и AES2 различны, то для передачи AES1 и AES2 может использоваться разное число пар отсчетов.

12.2 Идентификаторы данных

Словами идентификатора пакета аудиоданных (DID) для аудиогрупп с 1-й по 4-ю являются $2FF_h$, $1FD_h$, $1FB_h$ и $2F9_h$, соответственно.

14 Структура и данные пакета управляющих аудиоданных

14.1 Частота передачи

Пакет управляющих аудиоданных передается один раз за период поля в фиксированной позиции, определенной в п. 7.1. Управляющий пакет не является обязательным для режима работы по умолчанию с изохронным звуком, дискретизированным с частотой 48 кГц. Во всех других случаях этот пакет должен передаваться. Структура пакета управляющих аудиоданных показана на рисунке 4.

РИСУНОК 4

Структура пакета управляющих аудиоданных

ADF
ADF
ADF
DID
DBN
DC
AF1-2
AF3-4
RATE
ACT
DELA0
DELA1
DELA2
DELB0
DELB1
DELB2
DELC0
DELC1
DELC2
DELD0
DELD1
DELD2
RSRV
RSRV
Контр. сумма

ADF, DID, DBN, DC : см. рисунок 2

AF: номер аудиокадра

RATE указание частоты дискретизации

ACT: активный канал

DEL: указание задержки

RSRV: зарезервированные слова

1305-04

14.2 Связь с аудиогруппами

Для каждой аудиогруппы имеется отдельный пакет управляющих аудиоданных, таким образом имеются пакеты для каждого из 16 возможных аудиоканалов. Словами ID пакета управляющих аудиоданных (DID) для аудиогрупп с 1-й по 4-ю являются 1EF_h, 2EE_h, 2ED_h и 1EC_h, соответственно.

14.3 Номера аудиокадров

Номера аудиокадров (AF_n-*n*) позволяют последовательно пронумеровать видеокадры, для того чтобы указать, где они разрушают последовательность и совпадают с нецелым числом отсчетов, соответствующих одному видеокадру (последовательность аудиокадра) видеосистем с 29,97 кадрами в секунду. Первый номер в последовательности всегда единица, а последний номер соответствует длине последовательности аудиокадра (см. пп. 3.7, 3.8 и 3.14). Все нули указывают на то, что нумерация кадров недоступна.

AF1-2: Номер аудиокадра для каналов 1 и 2 в данной аудиогруппе.

AF3-4: Номер аудиокадра для каналов 3 и 4 в данной аудиогруппе.

14.4 Последовательность кадра

Для правильного использования номера аудиокадра должна быть определена последовательность аудиокадра. В данной Рекомендации определены три изохронные частоты дискретизации (см. п. 3.14).

Все последовательности аудиокадра основываются на двух целых числах отсчетов в кадре (*m* и *m*+1) с номерами аудиокадров, начинающихся с единицы и возрастающих по порядку до конца последовательности. Кадры с нечетными номерами (1, 3 и т. д.) имеют большее число отсчетов, а кадры с четными номерами (2, 4 и т. д.) содержат меньшее целое число отсчетов за исключением случаев, показанных в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Исключения для последовательностей аудиокадра

		Основная система нумерации		Исключения	
Частота дискретизации (кГц)	Последовательность кадра	Отсчеты в нечетном кадре (m)	Отсчеты в четном кадре ($m+1$)	Номер кадра	Число отсчетов
48,0	5	1 602	1 601	Нет	
44,1	100	1 472	1 471	23	1 471
				47	1 471
				71	1 471
32,0	15	1 068	1 067	4	1 068
				8	1 068
				12	1 068

14.5 Адреса битов в слове аудиокадра

Определение адреса бита для слов аудиокадра AF1-2 и AF3-4, показанных на рисунке 4:

Адрес бита	Номер аудиокадра
b_9	Не b_8
b_8	f_8 (MSB) } f_7 } f_6 } f_5 } f_4 } f_3 } f_2 } f_1 } f_0 (LSB) }
b_7	
b_6	
b_5	
b_4	
b_3	
b_2	
b_1	
b_0	

Когда канальная пара работает в асинхронном режиме, соответствующее ей слово AF n - n в пакете управляющих аудиоданных не используется. Биты (0–8) должны быть выставлены на ноль, для того чтобы избежать появления запрещенного значения 000_h.

(Допускается, чтобы старший бит номера аудиокадра, который не используется в качестве счетчика последовательности аудиокадра, использовался как счетчик для упрощения обнаружения переключения вертикального интервала. Например, если длина последовательности аудиокадра равна 5, то биты с 3-го по 8-й могут использоваться для создания 6-битового счетчика, значение которого может проверяться на приеме для определения того, не была ли нарушена последовательность 0–63, 0–63 и т. д. Разработанный соответствующим образом приемник, используя совместно с номером блока данных номер пакета вспомогательных данных 0–255, 0–255 и т. д., может с высокой вероятностью обнаружить точку сбоя в вертикальном интервале и провести обработку аудиоотсчетов так, чтобы исключить любые нежелательные эффекты передачи.)

14.6 Указание частоты дискретизации

Частота дискретизации для каждой канальной пары указывается в слове (RATE) на рисунке 4. Биты режима синхронизации asx и asy, когда они установлены на "1", показывают, что соответствующая канальная пара в данный момент работает асинхронно.

Адрес бита	Слово RATE
b_9	Не b_8
b_8	Зарезервирован (установлен на ноль)
b_7	y_2 (старший)
b_6	y_1 код RATE в каналах 3 и 4 в данной аудиогруппе
b_5	y_0 (младший)
b_4	asy
b_3	x_2 (старший)
b_2	x_1 код RATE в каналах 1 и 2 в данной аудиогруппе
b_1	x_0 (младший)
b_0	asx

В настоящее время для $x(0-2)$ и $y(0-2)$ определены следующие частоты дискретизации:

Код RATE	Частота дискретизации
000	48 кГц
001	44,1 кГц
010	32 кГц
011-110	(Зарезервированы)
111	Неопределенная (свободная работа)

14.7 Указание активного канала

Слово АСТ обозначает активные каналы; бит $a(1-4)$ устанавливается на единицу для каждого активного канала в данной аудиогруппе; p – это бит проверки на четность для битов $b(0-7)$.

Адрес бита	Слово активного канала
b_9	Не b_8
b_8	p
b_7	Зарезервирован (установлен на ноль)
b_6	Зарезервирован (установлен на ноль)
b_5	Зарезервирован (установлен на ноль)
b_4	Зарезервирован (установлен на ноль)
b_3	a_4
b_2	a_3
b_1	a_2
b_0	a_1

14.8 Обозначение задержки

Слова $DELx(0-2)$ указывают величину задержки, требуемой для выполнения обработки звука, относительно сигнала изображения, измеренную в числе интервалов аудиоотчетов, для каждого канала. Так как каналы обычно используются в виде канальных пар, слова данной аудиогруппы располагаются в следующем порядке:

$DELAn$ Задержка в канале 1	если $DELcn e = "1"$
$DELAn$ Задержка в канале 1 и в канале 2	если $DELcn e = "0"$
$DELBn$ Задержка в канале 3	если $DELDn e = "1"$
$DELBn$ Задержка в канале 3 и в канале 4	если $DELDn e = "0"$

DELСn Задержка в канале 2	если DELСn e = "1"
DELСn Ошибка данных задержки звука	если DELСn e = "0"
DELDn Задержка в канале 4	если DELDn e = "1"
DELDn Ошибка данных задержки звука	если DELDn e = "0"

Когда используется только два канала, биты "е" в словах DELСn и DELDn должны быть выставлены на ноль, что означает ошибку в поддержании постоянного размера пакета управляющих аудиоданных.

Формат данных задержки аудиосигнала имеет вид 26-битового дополнения до двух:

Адрес бита	DELx0	DELx1	DELx2
b ₉	He b ₈	He b ₈	He b ₈
b ₈	d ₇	d ₁₆	d ₂₅ (знак)
b ₇	d ₆	d ₁₅	d ₂₄ (старший)
b ₆	d ₅	d ₁₄	d ₂₃
b ₅	d ₄	d ₁₃	d ₂₂
b ₄	d ₃	d ₁₂	d ₂₁
b ₃	d ₂	d ₁₁	d ₂₀
b ₂	d ₁	d ₁₀	d ₁₉
b ₁	d ₀ (младший)	d ₉	d ₁₈
b ₀	e	d ₈	d ₁₇

Бит "е" устанавливается на единицу для обозначения достоверности аудиоданных. Слова задержки относятся к точке, в которой данные AES/EBU являются входным сигналом устройства форматирования. Слова задержки указывают среднюю величину задержки, присущей процессу форматирования, получаемой за период не менее длины последовательности аудиокадра (см. п. 3.8) плюс любая имевшаяся ранее задержка звука. Положительные значения означают, что видеосигнал предшествует аудиосигналу.

14.9 Зарезервированные слова

Слова RSRV зарезервированы, и их биты должны быть выставлены на ноль за исключением бита 9, который является дополнением бита 8.