ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54996— 2012

ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ. ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ СИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО ПОТОКА СО СЖАТИЕМ

Основные параметры

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт телевидения» (ФГУП «НИИТ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2012 г. № 360-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений Рекомендаций Международного союза электросвязи (МСЭ-Р):ITU-R BT.1120-7 (2007), BT.1364, BT.1367, ANSI/SMPTE 274M, ANSI/SMPTE 292M, ANSI/SMPTE 295M и европейского регионального стандарта EN 50083-9

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения и сокращения . . . 1
4 Интерфейсы для сигналов цифрового транспортного потока телевидения высокой четкости и повышенной четкости со сжатием . . . 2
5 Синхронные интерфейсы . . . 3
5.1 Параллельный синхронный интерфейс . . . 3
5.1.1 Структура сигналов параллельного синхронного интерфейса . . . 3
5.1.2 Характеристики параллельного интерфейса . . . 5
5.2 Последовательный синхронный интерфейс . . . 7
5.2.1 Структура последовательного синхронного интерфейса . . . 8
5.2.2 Протокол последовательного синхронного интерфейса . . . 8
5.2.3 Характеристики коаксиальной линии передачи . . . 10
5.2.4 Характеристики оптико-волоконной линии передачи . . . 13
6 Асинхронные интерфейсы . . . 13
6.1 Асинхронный последовательный интерфейс . . . 13
6.1.1 Передающие системы с асинхронными интерфейсами . . . 14
6.1.2 Протокол асинхронного последовательного интерфейса . . . 15
6.2 Характеристики оптико-волоконной линии передачи . . . 19
Приложение А (справочное) Таблицы кодирования 8В/10В . . . 21
Библиография . . . 24

Введение

Настоящий стандарт определяет цифровые интерфейсы, основные параметры и основные требования к интерфейсам для телевизионных сигналов со сжатием цифрового потока телевидения высокой четкости.

В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения международных стандартов и документов [1]—[14] и национальных стандартов РФ по цифровому телевидению.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ. ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ СИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО ПОТОКА СО СЖАТИЕМ

Основные параметры

Digital high-definition television. Digital interfaces for MPEG TS transport streams. Basic parameters

Дата введения — 2013—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на систему цифрового телевидения высокой и повышенной четкости и определяет основные параметры и технические характеристики синхронных и асинхронных цифровых интерфейсов для сигналов цифрового потока со сжатием телевидения высокой и повышенной четкости.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 52210—2004 Телевидение вещательное цифровое. Термины и определения

ГОСТ Р 52592—2006 Тракт передачи сигналов цифрового вещательного телевидения. Звенья тракта и измерительные сигналы. Общие требования

ГОСТ Р 53533—2009 Цифровое телевидение высокой четкости. Основные параметры цифровых систем телевидения высокой четкости. Общие требования

ГОСТ Р 53534—2009 Цифровое телевидение высокой четкости. Измерительные сигналы. Методы измерений. Общие требования

ГОСТ Р 53536—2009 Цифровое телевидение повышенной четкости. Основные параметры цифровой системы с построчным разложением. Аналоговые и цифровые представления сигналов. Параллельный цифровой интерфейс

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52210—2004.

3.2 В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

АПИ — асинхронный последовательный интерфейс;

АПЧФ — автоматическая подстройка частоты и фазы;

БВН — без возврата к нулю;

ВК — волоконный канал;

ДД — детерминированный джиттер;

Издание официальное

КАС — конец цифровой активной строки;
КБО — коэффициент битовых ошибок;
МЗБ — младший значащий бит;
НАС — начало цифровой активной строки;
ПАСИ — параллельный синхронный интерфейс;
ПСИ — последовательный синхронный интерфейс;
РС — Рида-Соломона код;
СД — случайный джиттер;
СЗБ — старший значащий бит;
СИВБ — сигнал идентификации вставленных байт;
ТВЧ — телевидение высокой четкости;
ТПЧ — телевидение повышенной четкости;
ТР — текущая разность;
ЦТВЧ — цифровая система телевидения высокой четкости;
ЦТС — цифровой телевизионный сигнал без сжатия цифрового потока;
ЦТПЧ — цифровая система телевидения повышенной четкости.

3.3 Системой телевидения высокой четкости (ТВЧ) называется телевизионная система, параметры которой выбраны исходя из расстояния наблюдения, равного трем высотам наблюдаемого изображения.

3.4 Цифровой системой телевидения высокой четкости (ЦТВЧ) называется телевизионная система высокой четкости, которая для передачи изображений использует цифровое представление телевизионного сигнала.

3.5 Системой телевидения повышенной четкости (ТПЧ) называется телевизионная система, параметры которой выбраны исходя из расстояния наблюдения, равного четырем высотам наблюдаемого изображения.

3.6 Цифровой системой телевидения повышенной четкости (ЦТПЧ) называется телевизионная система повышенной четкости, которая для передачи изображений использует цифровое представление телевизионного сигнала.

4 Интерфейсы для сигналов цифрового транспортного потока телевидения высокой четкости и повышенной четкости со сжатием

Интерфейсы для цифрового транспортного потока предназначены для передачи и (или) приема данных со сжатием цифрового потока, представленных в виде пакета со структурой, соответствующей MPEG-TS, определяемой EN/ISO/IEC 13818-1 [1], или со структурой пакета, определяемой стандартами DVB [2].

На рисунке 1 представлена структура пакета транспортного потока EN/ISO/IEC 13818-1. Она включает пакет в 188 байт, который состоит из одного синхробайта и 187 байт данных.



Рисунок 1 — Транспортный поток MPEG TS

Структура пакета по стандартам DVB дополнительно имеет 16 проверочных байт для защиты от помех с полным объемом 204 байта, рисунок 2.



Рисунок 2 — RS кодированный транспортный поток MPEG TS

Интерфейсы для сигналов цифрового транспортного потока телевидения высокой четкости и повышенной четкости со сжатием разделяются на:

- синхронные интерфейсы;
- асинхронные интерфейсы;
- сетевые интерфейсы.

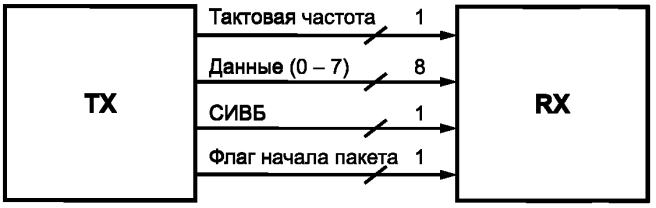
Сетевые интерфейсы используются при передаче цифрового транспортного потока по телекоммуникационным сетям. Они определяются специальной Рекомендацией МСЭ-Т G.703 для плезиохронных цифровых иерархических сетей [3].

5 Синхронные интерфейсы

5.1 Параллельный синхронный интерфейс

5.1.1 Структура сигналов параллельного синхронного интерфейса

Параллельный синхронный интерфейс (ПАСИ) предназначен для передачи данных с переменной скоростью на относительно небольшие расстояния — для внутриаппаратурного применения или для комплекса аппаратуры с передачей сигналов на расстояние не более 10 м. В состав ПАСИ входит шина передачи сигналов синхронизации данных.



Примечание – СИВБ – сигнал идентификации вставленных байт

Рисунок 3 — Система для параллельной передачи данных

Данные передаются транспортными пакетами MPEG TS с числом байт 188 или 204, рисунок 3.

Структура сигналов при передаче пакета 188 байт представлена на рисунке 4.

При передаче пакетов 204 байта, представленной на рисунке 5, имеются 16 байт с нулевыми битами. Для идентификации синхробайта передается импульс синхронизации. Пакет проверочных бит идентифицируется специальным импульсом, сигнализирующим о наличии пустых проверочных бит.

Частота повторения сигналов синхронизации зависит от скорости передачи данных. Передача пакетов 204 байта, включающими в себя 16 проверочных байт с кодами Рида-Соломона (РС), представлена на рисунке 6.

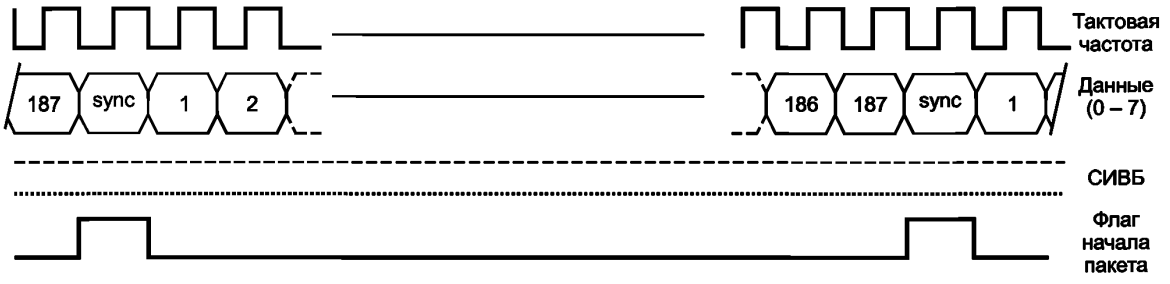


Рисунок 4 — Формат передачи пакетов 188 байт

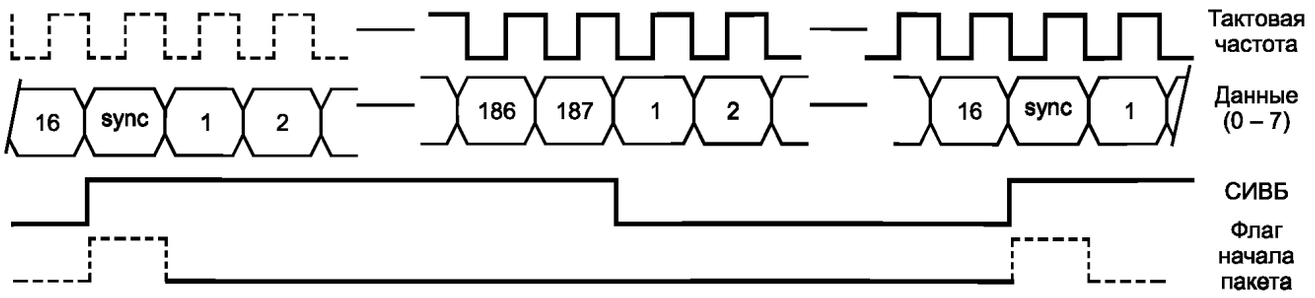


Рисунок 5 — Формат передачи пакетов 204 байта

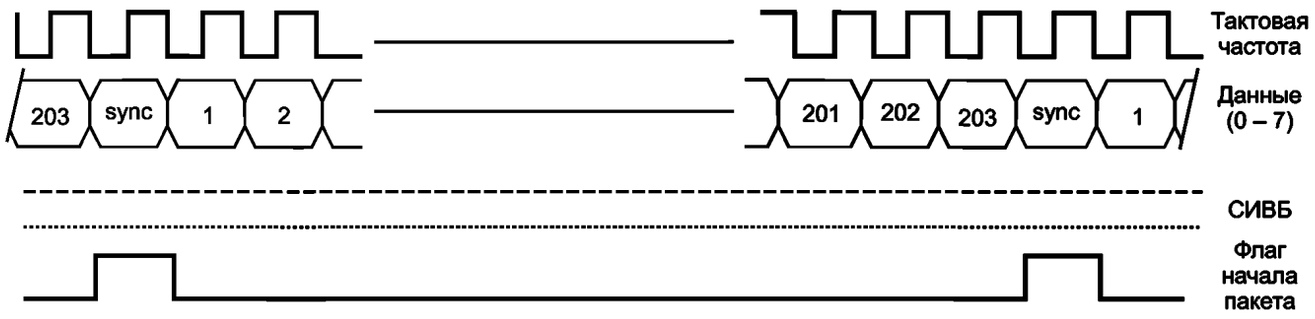


Рисунок 6 — Формат передачи пакетов с кодированием Рида-Соломона (204 байта)

Примечания

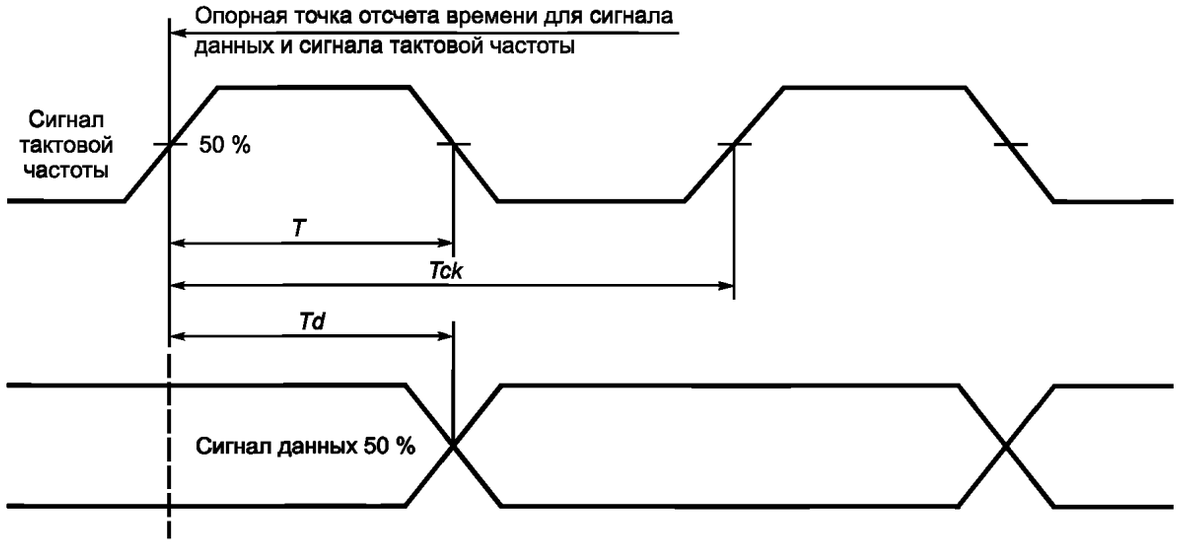
1 Данные (0…7) — слово данных транспортного пакета (8 бит от 0 до 7).

2 Бит 7 — старший значащий бит (СЗБ).

3 Сигнал идентификации вставленных байт (СИВБ) равен активной единице и отмечает правильность данных в интерфейсе (в режиме передачи 188 байт сигнал имеет высокий логический уровень, а в режиме передачи 204 байта — низкий логический уровень).

4 Флаг начала пакета имеет значение «1» и отмечает начало транспортного пакета передачей синхробайта.

Сигнал синхронизации представляет собой прямоугольные импульсы, в которых переход от нуля к единице соответствует середине интервала передачи данных (рисунок 7).



T — длительность импульса синхронизации; *Td* — интервал времени передачи данных; *Tck* — период тактовой частоты; *Tck* = 2*Td*

Рисунок 7 — Соотношения параметров синхронизации сигнала и данных

Частота передачи пакета данных 188 байт равна $Fp_1 = \frac{fu}{8}$,

где *fu* — частота передачи, соответствующая скорости передачи данных транспортного потока MPEG TS.

Частота передачи пакета 204 байта равна $Fp_2 = \frac{204}{188} \times \frac{fu}{8}$.

Период частоты синхронизации $Tck = \frac{1}{Fd}$,

где *Fd* — тактовая частота.

Длительность импульса синхронизации $T = \frac{Tck}{2} \pm \frac{Tck}{10}$.

5.1.2 Характеристики параллельного интерфейса

Параллельный синхронный интерфейс (ПАСИ) состоит из одиннадцати линейных драйверов и одиннадцати линейных приемников, рисунок 8. Каждый линейный драйвер источника имеет дифференциальный выход и соответствующий линейный приемник с дифференциальным входом. Линейный драйвер и приемник совместимы с параметрами интерфейса LVDS, т. е. они допускают использование LVDS с их драйверами и приемниками. Все временные интервалы дискретных сигналов измеряются между точками переходов на уровне 0,5 от размаха перехода.

Используется следующее логическое соглашение:

- точка «А» (рисунок 8) более положительна по отношению к точке «В» при передаче логической единицы и более отрицательна при передаче логического нуля.

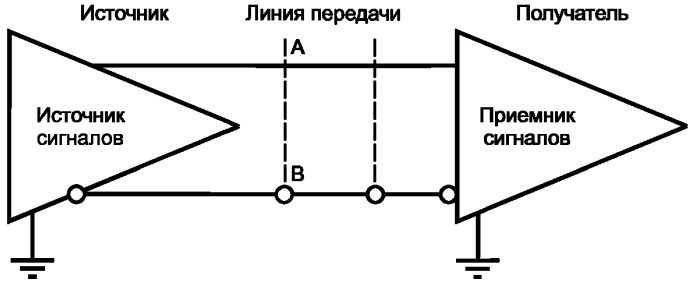


Рисунок 8 — Соединение источника сигналов и приемника сигналов

Характеристики линейного драйвера источника сигналов принимаются следующими:

- выходной импеданс не превышает 100 Ом;
- уровень напряжения от 1,125 В до 1,375 В;
- размах сигнала от 247 мВ до 454 мВ;
- время нарастания и спада, измеренное между уровнями 0,2 и 0,8 при резистивной нагрузке 100 Ом, — менее T/ 7;
- различие между временем нарастания и спада не превышает T/20.

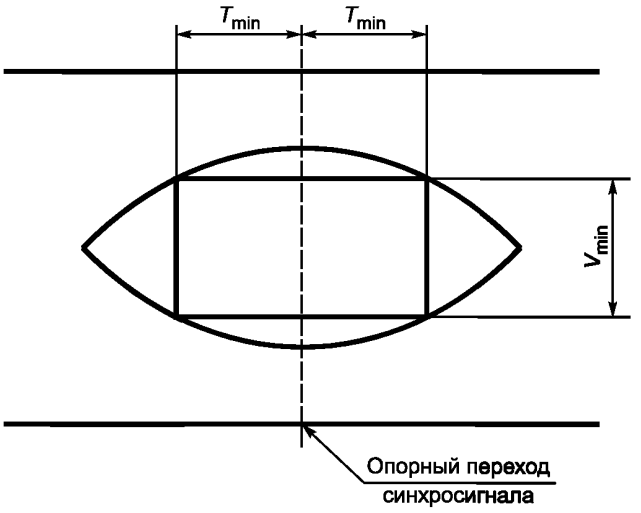
Приемник линии передачи имеет следующие характеристики:

- входной импеданс от 90 до 132 Ом;
- максимальный входной сигнал (от пика до пика) 2,0 В;
- минимальный входной сигнал (от пика до пика) 100 мВ.

Линейный приемник правильно различает бинарные данные, если случайный сигнал удовлетворяет условиям, представленным на глазковой диаграмме рисунка 9, в точке съема данных.

Максимальный диапазон размаха сигналов, учитывающий интерференцию в диапазоне частот от 0 до 15 кГц, составляет ± 0,5 В.

Данные будут правильно приняты, если задержка тактовых сигналов находится в диапазоне ± *Tck*/3.



Примечание — Ширина окна глазковой диаграммы, в пределах которого данные должны быть правильно детектированы, включает в себя фазовое дрожание сигнала тактовой частоты ± 0,4 *T*, синхронизацию данных ± 0,075 *T* и скос за счет распространения в проводящих парах ± 0,18 *T*. T_{min} = 0,3*T*; V_{min} = 100 мВ.

Рисунок 9 — Идеализированная глазковая диаграмма, соответствующая минимальному уровню входного сигнала

Механические характеристики физического соединителя следующие:

- интерфейс использует 25-контактный разъем согласно ISO 2110 [4] с обозначением контактов согласно таблице 1.

Таблица 1 — Обозначение контактов для 25-контактного разъема

Контакт	Сигнальная шина	Контакт	Сигнальная шина
1	Тактовая частота А	14	Тактовая частота В
2	ЗЕМЛЯ	15	ЗЕМЛЯ
3	Данные 7А (MSB)	16	Данные 7В
4	Данные 6А	17	Данные 6В
5	Данные 5А	18	Данные 5В
6	Данные 4А	19	Данные 4В
7	Данные 3А	20	Данные 3В
8	Данные 2А	21	Данные 2В
9	Данные 1А	22	Данные 1В
10	Данные 0А	23	Данные 0В
11	СИВБ А	24	СИВБ В
12	Флаг начала пакета А	25	Флаг начала пакета В
13	Экран кабеля		

Физические соединители скрепляются друг с другом винтовыми креплениями с винтами на кабельном соединителе и гайками, закрепленными на соединителе прибора. Крепления соответствуют документу UNC 4-40.

Кабельные соединители используют штырьковые контакты, а разъемы прибора применяют розеточные контакты.

Необходимо экранирование соединительного кабеля и его соединителей.

5.2 Последовательный синхронный интерфейс

Последовательный синхронный интерфейс (ПСИ) синхронизирован с цифровым транспортным потоком, который передается по соединительной линии.

Последовательный интерфейс для передачи данных со скоростью, равной скорости цифрового потока, основан на послойной структуре MPEG TS транспортных пакетов, таких как высший слой (слой L2) и два нижних слоя, предназначенных для физических параметров (слой L0) и параметров кодирования (слой L1).

Последовательный синхронный интерфейс (ПСИ) функционально эквивалентен параллельному интерфейсу, поскольку транспортные пакеты могут быть переданы либо последовательно, либо раздельно с 16 резервированными байтами или байтами кода Рида-Соломона. Поскольку передачи данных по линии и транспортных поток синхронизированы, в выравнивании битовой скорости нет необходимости. В последовательном цифровом интерфейсе сохранятся высокая стабильность тактовой частоты модулятора, даже если поток передается по последовательно соединенным линиям передачи.

На рисунках 10 и 11 представлены системы передачи с последовательным синхронным интерфейсом при использовании коаксиального кабеля и оптико-волоконного кабеля.

В передающей части подлежащие передаче данные представлены синхронными байтами в виде транспортных пакетов MPEG TS. Транспортный поток преобразуется из параллельного потока в последовательный, который представляется инверсным кодом без возврата к нулю (БВН).

В случае применения коаксиального кабеля сигнал через буферный усилитель и согласующее устройство поступает на коаксиальный разъем.

В случае применения волоконно-оптического кабеля последовательный цифровой поток подается через буферный усилитель на оптический излучатель (LED или LAZER), который связан с оптико-волоконным кабелем через разъем.

В приемной части входной поток данных поступает от коаксиального кабеля через разъем и соединительные сети к цепям, которые регенерируют тактовую частоту и данные.

В случае волоконно-оптической передачи фотодетектор преобразует световые уровни в электрические уровни, которые затем подаются на цепи восстановления тактовой частоты и данных.

После разделения тактовой частоты и данных битовый поток поступает на декодер инверсного кода БВН. Для того чтобы восстановить исходные байты, в декодере выделяется из последовательного потока слово синхронизации, которое необходимо для преобразования последовательного потока в параллельный.

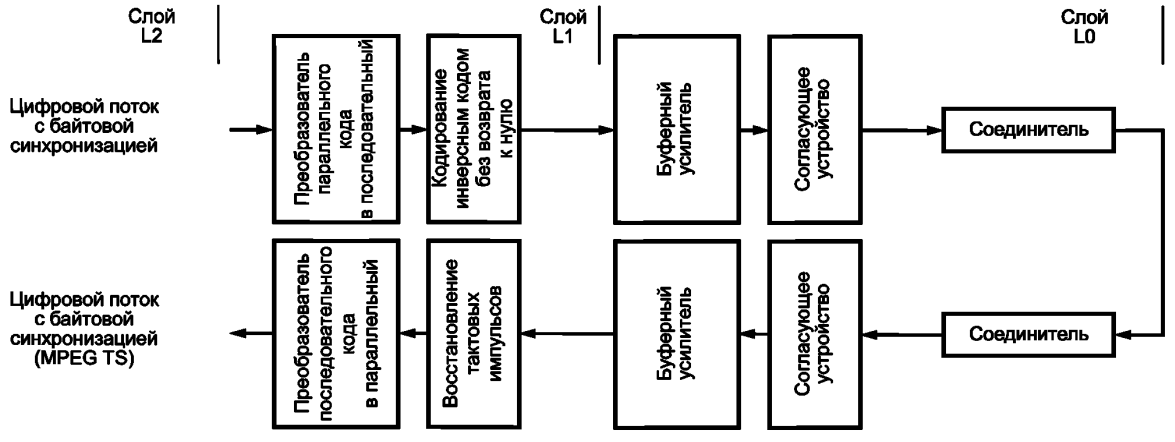


Рисунок 10 — Система передачи с последовательным синхронным интерфейсом при использовании коаксиального кабеля

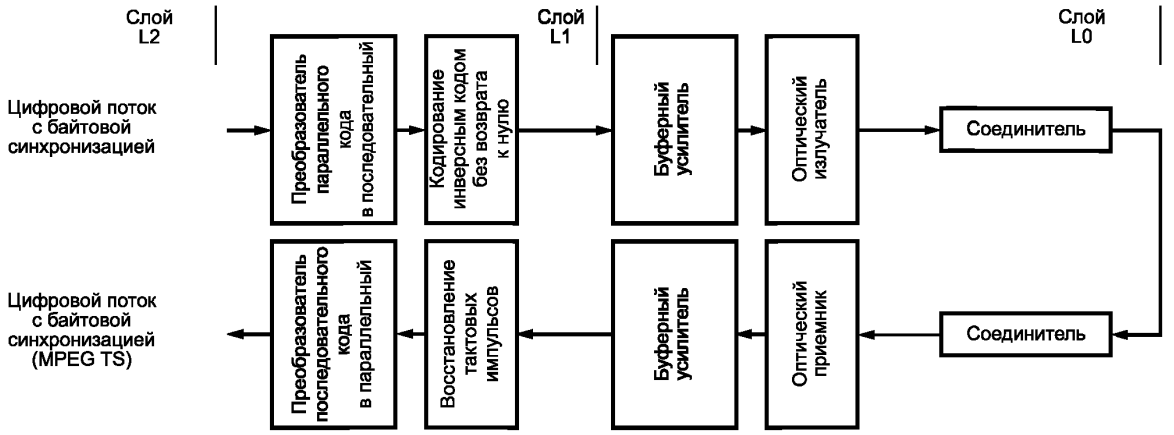


Рисунок 11 — Система передачи с последовательным синхронным интерфейсом при использовании оптико-волоконного кабеля

5.2.1 Структура последовательного синхронного интерфейса

Последовательный синхронный интерфейс (ПСИ) состоит из передающей и приемной частей. Однонаправленный оптический кабель или медный коаксиальный кабель, передающий данные от передающей части к приемной части, образует линию передачи. Линия передачи используется связываемыми портами, чтобы осуществить передачу данных от одних устройств к другим, таким как устройства сжатия видео- и аудиопотоков, мультиплексоры, модуляторы. Спецификация ПСИ описывает соединения типа «точка — точка».

5.2.2 Протокол последовательного синхронного интерфейса

Протокол последовательного синхронного интерфейса (ПСИ) имеет три структурных слоя: L0, L1 и L2.

Слой L0

Слой L0 определяет среду передачи, драйверы и приемники. При передаче используется инверсный код БВН. В этом слое определены параметры интерфейсов для коаксиального и оптико-волоконного кабелей. Линии соединения представляют собой соединение «точка — точка».

Слой L1

В слое L1 ПСИ производится кодирование/декодирование независимо от передающей среды. Кроме того, слой L1 распознает три различных формата передачи, представленных на рисунках 4…6, для того, чтобы осуществлять преобразование последовательного кода в параллельный.

Слой L1 осуществляет:

- идентификацию каждого из трех форматов передачи;
- преобразование 8 битовых байтов из параллельного кода в последовательный, при этом первым передается старший бит;
- инверсное кодирование последовательных сигналов в передатчике.

Обратные преобразования производятся в приемнике.

Различие между тремя передаваемыми форматами в последовательной линии заключается в следующем:

- формат передачи с 188 байтами в пакетах (рисунок 4) включает в себя синхробайт 47Н в каждом пакете передачи;
- формат передачи с 204 байтами в пакетах с 16 проверочными байтами (рисунок 5) включает в себя синхробайт 47Н в каждом пакете передачи;
- формат передачи с кодированными кодом Рида-Соломона с 204 байтами в пакете включает в себя инвертированный байт синхронизации (В8Н), периодичность которого соответствует ETS 300421 [5].

Используется инверсный биполярный код БВН. На рисунке 12 отражены правила кодирования инверсного биполярного кода БВН, а рисунок 13 иллюстрирует, что требуемая полоса пропускания среды удваивается по сравнению с полосой пропускания, необходимой для кодирования без возврата к нулю.

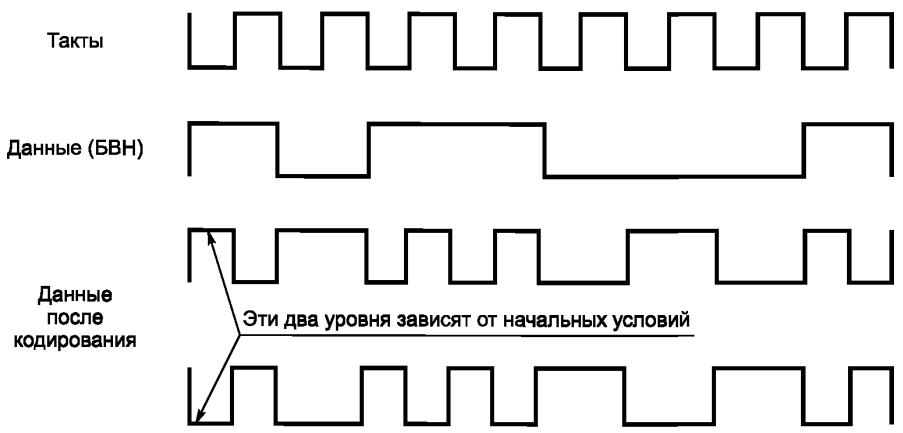


Рисунок 12 — Кодирование инверсным биполярным кодом БВН

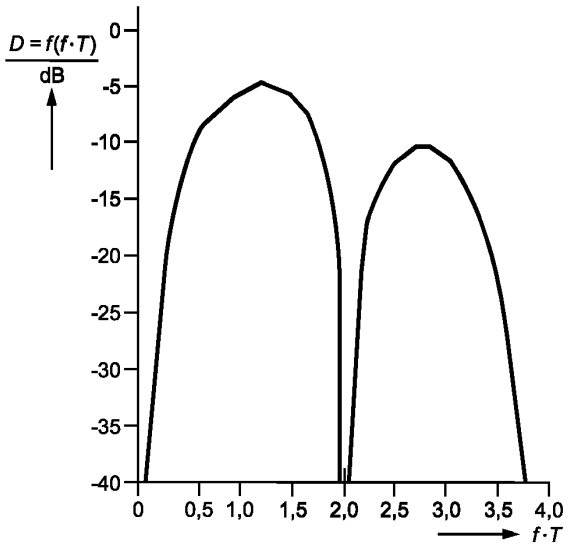


Рисунок 13 — Спектральные плотности инверсного биполярного кода БВН

Правила кодирования следующие:

- переход всегда осуществляется в начала байта независимо от его значения («0» или «1»);
- для логической «1» переход осуществляется в середине байта;
- для логического «0» отсутствует переход в середине байта.

Байтовая синхронизация в приемном оборудовании учитывает два возможных пакетных формата: 188-байтный пакетный формат и 204-байтный пакетный формат.

Байты пакета синхронизации (47Н или В8Н) используются как выравнивающие и служат для инициализации преобразования последовательного кода в параллельный (инициализирующий код). Временное положение байта синхронизации (188 байт или 204 байта) и код байта синхронизации (47Н или В8Н) используется для восстановления сигнала идентификации вставленных бит (СИВБ—DVALID) и сигнала флага начала пакета (PSYNC). Если принимаемый формат передачи представляет собой кодирован-

ный по РС пакетный формат (204 байта, как показано на рисунке 6), байт синхронизации должен быть инвертирован для того, чтобы восстановить байт синхронизации в формате пакета транспортного потока к исходному, полученному в слое L2.

В приемнике цепи восстановление тактовой частоты выделяют передаваемую тактовую частоту непосредственно из кодированного потока данных. Тактовая частота соответствует скорости передачи данных пользователя.

Коэффициент битовых ошибок (КБО) должен быть меньше 10^{-13} при измерении данных на переходе от слоя L1 к слою L2, т. е. КБО (BER) должен быть измерен в точке выхода инверсного декодера.

Слой L2

Слой L2 последовательного синхронного интерфейса использует MPEG TS-транспортный поток, определенный EN/ISO/IEC 13818-1, как основную единицу сообщения. Байт синхронизации (47H) MPEG TS транспортного пакета включен в определение пакета слоя L2, чтобы синхронизировать приемное оборудование.

Транспортные пакеты должны представляться в слое L2 как последовательность из 188 байтов или из 204 байтов, кодированных по РС.

5.2.3 Характеристики коаксиальной линии передачи

Номинальный импеданс кабеля должен быть равен 75 Ом.

Учитывая, что скорости передачи данных определяются только пользователем, более длинные соединения могут использоваться при более низких скоростях передачи данных.

Физический слой предусматривает способы взаимодействия слоя L0 ПСИ с сегментом коаксиального кабеля; обеспечивает передачу данных коаксиальным кабелем между передатчиком и приемником, определяет типы и набор кабелей и соединений, которые могут быть использованы в линиях ПСИ.

Электрический разъем должен иметь механические характеристики BNC типа.

Вследствие высокой механической надежности рекомендуется тип разъема BNC 50 Ом в соответствии с IEC 169-8 [6].

Электрические характеристики разъема должны позволять его применение в диапазоне частот специфицируемого интерфейса.

В таблице 2 и на рисунках 14, 15 представлены параметры цифрового сигнала, передаваемого по коаксиальному кабелю.

Таблица 2 — Параметры сигнала на выходе передатчика

Параметры сигнала	Значение
Напряжение от пика до пика, В	1,0 ± 0,1
Допуски на время перехода (отнесенное к среднему значению амплитуды на уровне 50 % отрицательного перепада): - отрицательный перепад, нс - положительный перепад на границе единичного интервала, нс	 ± 0,2 ± 0,7
Возвратные потери при нагрузке 75 Ом в диапазоне частот от 3,5 до 105 МГц, дБ	–15
Максимальный (от пика до пика) джиттер, нс	2

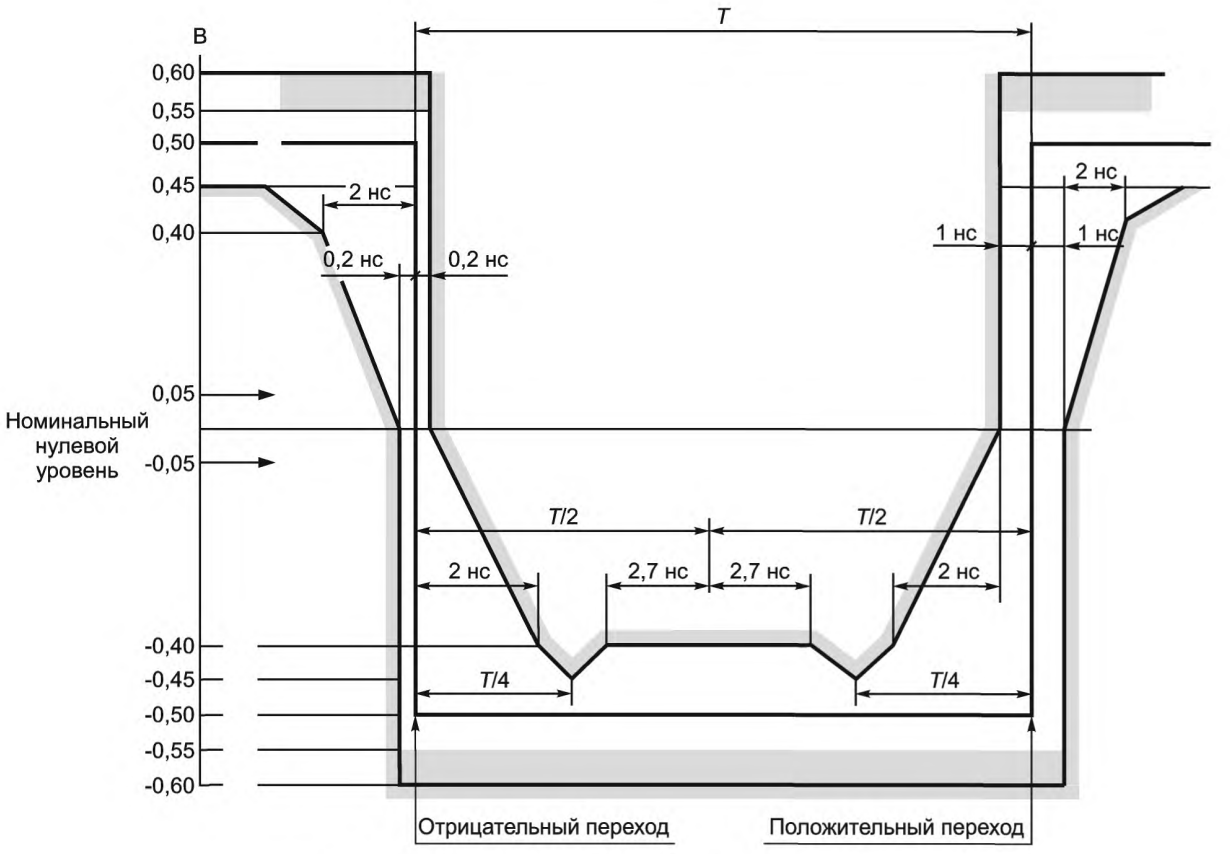


Рисунок 14 — Маска для импульса логического нуля

Примечания

1 Предельные уровни не должны превышать ± 0,55 В.

2 Допустимые выбросы и другие переходные процессы должны попадать в заштрихованную область, ограниченную уровнями амплитуды ± 0,55 В и ± 0,6 В, обеспечивая отклонение от предельных уровней не более чем на ± 0,05 В.

3 Номинальный нулевой уровень для обеих масок должен быть выровнен при отсутствии входного сигнала.

4 При наличии сигнала уровень линии развертки может быть отрегулирован по маске и не должен превышать допустимых пределов ± 0,05 В, калибровка производится при отсутствии сигнала и установке линии развертки внутри допуска ± 0,05 В от номинального нулевого уровня маски.

5 Каждый импульс в кодированной импульсной последовательности должен удовлетворять ограничениям, определенным маской, независимо от предыдущего или последующего импульсов для обеих импульсных масок по отношению к общему временному моменту.

6 Маски допускают присутствие высокочастотного джиттера во временных сигналах, ассоциированных с источниками сигналов интерфейсов.

7 Для уменьшения влияния низкочастотного джиттера необходимо совместить импульс с маской так, чтобы линии уровней импульсов накладывались друг на друга.

8 Время нарастания и время задержки измеряются между уровнями минус 0,4 В и 0,4 В и не должны превышать 4 нс.

9 Инверсный импульс должен иметь такие же характеристики и временной допуск ± 0,2 нс и ± 1,0 нс соответственно для отрицательных и положительных перепадов.

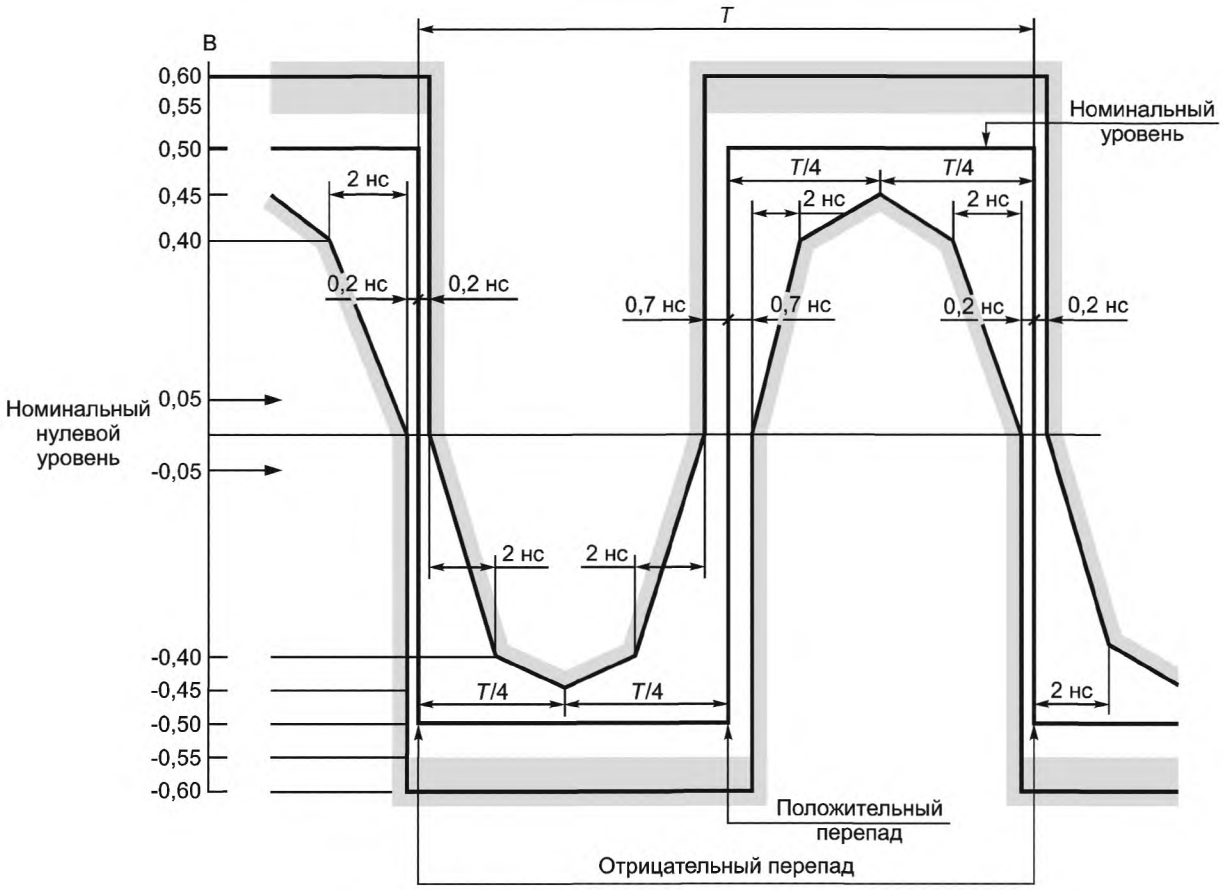


Рисунок 15 — Маска для логической единицы

Примечания

1 Предельные уровни не должны превышать ± 0,55 В.

2 Допустимые выбросы и другие переходные процессы должны попадать в заштрихованную область, ограниченную уровнями амплитуды ± 0,55 В и ± 0,6 В, обеспечивая отклонение от предельных уровней не более чем на ± 0,05 В.

3 Номинальный нулевой уровень для обеих масок, приведенных на рисунках 14 и 15, должен быть выровнен при отсутствии входного сигнала.

4 При наличии сигнала уровень линии развертки может быть отрегулирован по маске и не должен превышать допустимых пределов ± 0,05 В, калибровка производится при отсутствии сигнала и установке линии развертки внутри допуска ± 0,05 В от номинального нулевого уровня маски:

- каждый импульс в кодированной импульсной последовательности должен удовлетворять ограничениям, определенным маской, независимо от предыдущего или последующего импульса для обеих импульсных масок;
- для данных шаблонов время нарастания и время задержки измеряются между уровнями минус 0,4 В и 0,4 В и не должны превышать 4 нс.

Параметры на выходе передатчика определяются масками, приведенными на рисунках 14 и 15 и в таблице 2.

Цифровой сигнал на входе приемника должен соответствовать таблице 3 и рисункам 14, 15. Затухание коаксиальной пары может быть аппроксимировано законом $\sqrt{f}$. Кабель должен иметь максимальные потери 12 дБ на частоте 70 МГц.

Таблица 3 — Параметры сигнала на входе приемника

Параметры сигнала	Значение
Максимальное затухание на частоте 70 МГц, в соответствии с законом аппроксимации $\sqrt{f}$, дБ	–12
Максимальный (от пика до пика) джиттер в выходном порту, нс	4
Возвратные потери при нагрузке 75 Ом в диапазоне частот от 3,5 до 105 МГц, дБ	–15

5.2.4 Характеристики оптико-волоконной линии передачи

Передача последовательного синхронного потока данных включает в себя взаимосвязанные передатчик и приемник секции оптического волокна, которое может быть многомодовым или одномодовым, тип оптического волокна определяется характеристиками линии связи, ее длиной и типом оптических соединителей.

Волокна, используемые для интерфейса с последовательной передачей данных, специфицированы документами ITU-T или ETSI:

- многомодовое волокно EN188201 [7];
- одномодовое волокно ITU-T Rec.G654 [8] или EN188101 [9].

Оптические соединители должны быть SC типа в соответствии с IEC 874-14 [10].

Оптические характеристики линий приведены в таблице 4 для диапазона температур, напряжений и срока службы системы передачи.

Таблица 4 — Оптические характеристики линий с последовательным синхронным интерфейсом

Применение	Внешние соединения	Магистральные линии		
		Короткая протяженность	Большая протяженность	
Номинальная длина волны источника, нм	1310	1310	1310	1550
Тип волокна согласно документам	EN188201	EN188101	EN188101	EN188101 ITU-T Rec.G654
Расстояние, не более, км	2	15	40	60
Передатчик				
Тип источника	LED	Лазерный диод	Лазерный диод	DFB Лазерный диод
Средняя мощность - максимальная, дБм - минимальная, дБм	 –8 –15	 –8 –15	 –8 –15	 –8 –5
Приемник				
Минимальная чувствительность, дБм Минимальная перегрузка, дБм Максимальные оптические потери, дБ	–23 –8 1	–28 –8 1	–34 –10 1	–34 –10 1

6 Асинхронные интерфейсы

6.1 Асинхронный последовательный интерфейс

Асинхронный последовательный интерфейс (АПИ) осуществляет передачу данных с постоянной тактовой частотой.

Ниже приведена система последовательной, кодированной передачи данных с послойной структурой MPEG транспортных пакетов в соответствии с ИСО/МЭК 13818 для высшего слоя (слоя L2) и для пары низших слоев (слоя L1 и слоя L0), которые соответствуют волоконному каналу (ВК), описанному в ISO/IEC CD 14165-1 «Волоконный канал — часть 1». Слой L1 и слой L2 соответствуют волоконным канальным уровням ВК-1 и ВК-0 [1,11].

Транспортные потоки от различных источников могут иметь различные скорости передачи данных. Для восстановления первоначальной тактовой частоты используются цепи автоматической подстройки частоты и фазы в приемнике.

ISO/IEC CD 14165-1 определяет интерфейсы для одномодового волокна, многомодовых волокон, коаксиального кабеля и витой пары.

В настоящем разделе представлены для АПИ два различных типа интерфейсов: интерфейс для коаксиального кабеля и интерфейс для мультимодового оптоволоконного кабеля, использующий светоизлучающие приборы. Скорость передачи данных для АПИ равна 270,000 Мбит/с.

6.1.1 Передающие системы с асинхронными интерфейсами

На рисунках 16 и 17 представлен метод передачи с АПИ по электрическому коаксиальному кабелю и оптико-волоконному кабелю соответственно.

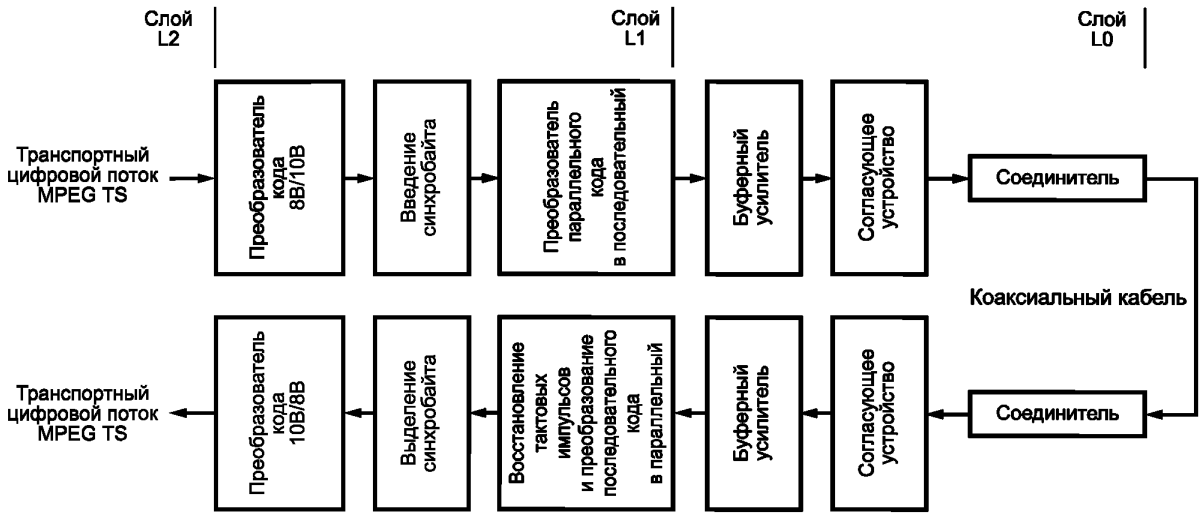


Рисунок 16 — Коаксиальная последовательная асинхронная линия передачи

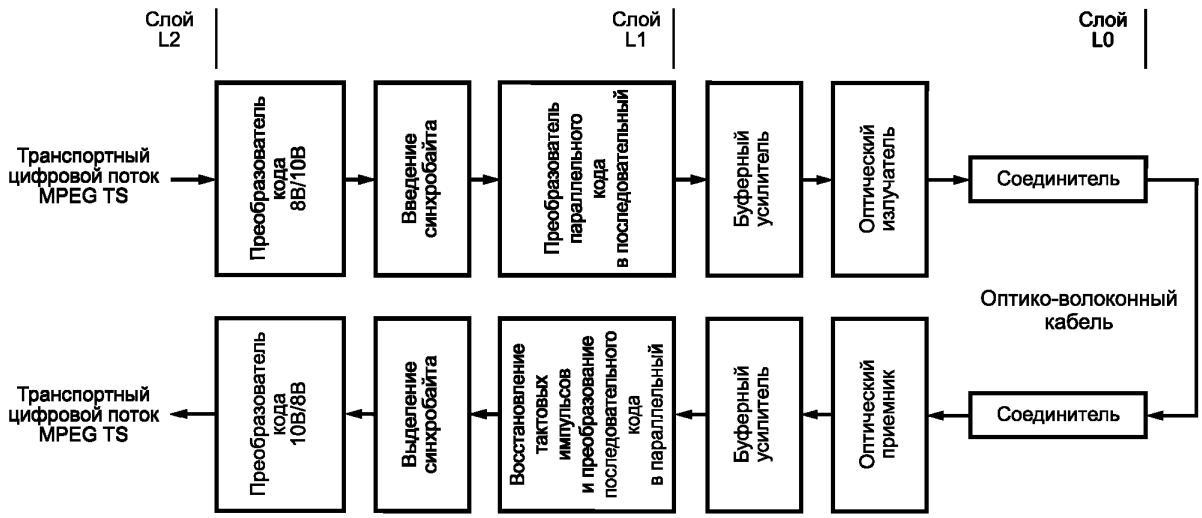


Рисунок 17 — Стекло-волоконная последовательная асинхронная линия передачи

Данные, которые должны быть переданы, представляются в форме синхронизированных байтов, представленных в виде MPEG TS транспортных пакетов. Затем байты преобразуются кодом 8В/10В. В процессе кодирования для получения 8-битового байта ставится в соответствие 10-битовое слово. 10-битовые слова проходят через преобразователь параллельного кода в последовательный, на выходе которого скорость передачи равна 270,000 Мбит/с.

В поток вставляется синхронизирующее слово, если в процессе преобразования параллельного кода в последовательный возникает временная пауза, не воспринимаемое приемником. В случае применения коаксиального кабеля преобразованный последовательный битовый поток поступает на коаксиальный разъем через соединительные цепи.

В случае применения оптического кабеля последовательный битовый поток поступает на буферный усилитель светодиодного излучателя, который подсоединен к волоконному кабелю через механический разъем.

Принятые данные, поступающие с коаксиального кабеля через разъемы и соединительную линию, подаются на цепи восстановления тактовых частот и данных.

В случае волоконно-оптической передачи фоточувствительный детектор преобразует световые сигналы в электрические сигналы, которые затем подаются в цепи восстановления тактовой частоты и данных.

Восстановленные последовательные биты данных поступают на декодер, который преобразует передаваемые 10-битовые слова в исходные 8-битовые байты. Для того, чтобы восстановить байты из последовательности битов, декодер сначала выделяет синхронизирующие слова. Синхронизирующее слово представляет собой 10-битовый код, который отсутствует при кодировании 8В/10В в информационных данных. Начало синхронизирующего слова фиксирует границу принимаемых последовательных слов данных.

Физически АПИ состоит из двух частей: передающей и приемной. Соединение между передающим и приемным портами производится оптическим или электрическим кабелем, образующим линию передачи, в которую включается физическое оборудование (устройство компрессии видео и аудио сигналов, мультиплексоры, модуляторы).

Спецификация АПИ определяет линии передачи от точки к точке.

6.1.2 Протокол асинхронного последовательного интерфейса

Протокол асинхронного последовательного интерфейса (АПИ) имеет три структурных слоя: слой L0, слой L1, слой L2.

Слой L0

Слой L0 определяет среду передачи, драйверы, приемники и скорости передачи.

Для передачи используется оптическое многомодовое волокно и электрический коаксиальный кабель.

Скорость канала передачи равна 270 Мбит/с.

Базовым блоком слоя L0 является линия передачи. Точки S и R, где требуется согласование, показаны на рисунке 18.

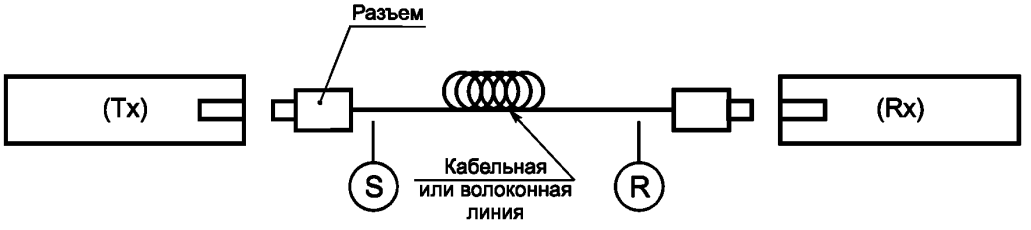


Рисунок 18 — Опорные точки последовательной линии слоя L0

При передаче по кабелю джиттер определяется как случайный и зависимый от данных, а также как искажения вследствие различия в длительности единичных и нулевых временных интервалов.

При применении оптических волокон джиттер характеризуется как случайный (СД) и детерминированный (ДД).

Случайный джиттер обусловлен тепловыми шумами в системе и обычно моделируется Гауссовым случайным процессом.

Детерминированный джиттер состоит из зависимого от данных джиттера и искажений вследствие различия в длительности единичных и нулевых временных интервалов.

Детерминированный джиттер возникает вследствие временных искажений в передающей системе. Он определяется разностью задержки распространения между временем нарастания и временем спада сигнала, а также ограничением полосы передачи последовательности символов.

Скорость в линии передачи 8В/10В блоковых кодов равна 270 Мбит/с. В передатчике в процессе преобразования параллельного кода в последовательный используется генератор тактовой частоты 270 Мбит/с. Из данной тактовой частоты формируется байтовая тактовая частота, которая используется при преобразовании последовательного кода в параллельный.

В приемнике восстанавливается тактовая частота передачи с использованием генератора с автоматической подстройкой частоты и фазы (АПЧФ), управляемыми битовыми переходами во входном потоке данных. Фазовая подстройка байтовой тактовой частоты производится восстановленной частотой передачи бит.

Скорость в кодированной линии передачи должна быть (270 $\pm$ 10^{-4}) Мбод.

Перед синхронизацией байтов данных в приемнике должна осуществляться битовая синхронизация. Время установления битовой синхронизации должно быть не более 1 мс.

Номинальное волновое сопротивление кабеля должно быть равным 75 Ом.

Применяемый разъем должен иметь механические характеристики, совпадающие с характеристиками разъема BNC-типа (вследствие своей высокой механической стабильности рекомендуется 50-омный разъем BNC-типа в соответствии с IEC 169-8 [6]).

Электрические характеристики разъема должны допускать его использование в диапазоне частот специфицированного интерфейса.

Электрические измерения должны производиться с интерфейсом, заканчивающимся специфицированным выше разъемом с 75-омной нагрузкой. Полные электрические характеристики приведены в таблице 5.

Интерфейс должен соединяться с коаксиальной системой через трансформатор.

Таблица 5 — Спецификация электрических характеристик для линии передачи с асинхронным последовательным интерфейсом

Выходные характеристики передатчика	Единицы измерения	Параметры
Выходное напряжение (р-р)	мВ	800 $\pm$ 80
Детерминированный джиттер (ДД) (р-р)	%	10
Случайный джиттер (СД) (р-р)	%	8
Максимальное время нарастания/спада (20—80 %)	нс	1,2
Входные характеристики приемника	**Единицы измерения**	**Параметры**
Минимальный уровень сигнала для кода D 21.5 (таблица А.2)	мВ	200
Максимальное входное напряжение (р-р)	мВ	880
Минимальные обратные потери разъема (0,3 МГц—1 ГГц)		–15

Глазковая диаграмма передатчика, рисунок 19, должна находиться внутри маски, обозначенной на рисунке 20.



Рисунок 19 — Схема испытаний коаксиального передатчика

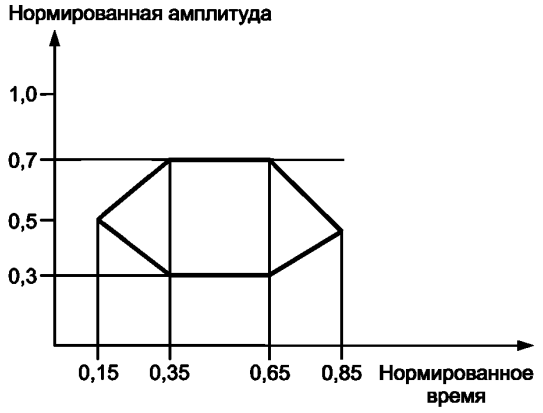


Рисунок 20 — Маска глазковой диаграммы передатчика при измерении джиттера

Слой L1 — Кодирование данных

Протокол передачи АПИ включает правила последовательного кодирования, специальные символы и контроль ошибок. Он использует биполярный 8В/10В код передачи. В соответствии с таблицей кодов каждый 8-битовый байт преобразуется в 10-битовый код со следующими свойствами: длина серии одинаковых битов составляет не более 4, а постоянная составляющая имеет минимальное значение. Этот код обеспечивает проверку ошибок как при неверно принятом коде, так и при нарушении четности. Специальные символы определяются в расширении таблицы кодов. В частности, символ К28.5 в таблице А.1 используется для битовой синхронизации в передающей линии с АПИ.

Требования к кодированию

Передающий слой L1 АПИ включает кодирование/декодирование, которые не зависят от среды передачи. В слое L1 применено кодирование 8В/10В, которое обеспечивает самопроверку и байтовую синхронизацию при приеме с линии. Код передачи 10В определяется текущей разностью единичных бит и нулевых бит в передаваемом последовательном потоке данных. Каждый байт с кодом 8В имеет два вида 10-битового кода, соответствующих положительной и отрицательной текущей разности. Передатчик отслеживает текущую разность в формируемом последовательном битовом потоке и выбирает подходящий 10-битовый код, чтобы следующая разность укладывалась в диапазон от –1 до 1. Приемник проверяет входной битовый поток по текущим значениям разностей.

Кодирование в линии

Код передачи 8В/10В должен иметь метод кодирования, использованный в интерфейсе АПИ слоя L1.

В приложении А приведена таблица А.2, в которой приведены коды кодирования 8В/10В.

Байтовая синхронизация

Для байтовой синхронизации используется код К28.5 (приложение А, таблица А.1).

В приемнике синхронизация байтов должна осуществляться после приема двух последовательных кодов К28.5.

Требования к коэффициенту битовых ошибок

Коэффициент битовых ошибок (КБО) должен быть меньше 10^{-13} и измеряется там, где данные поступают из слоя L1 в слой L2, т. е. на выходе 8В/10В декодера.

Пакетная синхронизация

Каждому транспортному пакету слоя L2 должны предшествовать два слова кодовой синхронизации К28.5.

Слой L2 — транспортный поток

Стандарт слоя L2 передачи с АПИ использует пакеты транспортного потока MPEG-2, определенные ИСО/МЭК 13818 и ETS 300429 [12] как основные единицы сообщения.

Транспортные пакеты могут быть переданы единым блоком, без введения синхробайтов К28.5 в передаваемый пакет, или с введением синхробайта К28.5 между отдельными байтами, или в комбинации последовательных байтов и синхробайтов.

Каждому транспортному потоку слоя L2 должны предшествовать два слова кодовой синхронизации К28.5.

Байт синхронизации MPEG TS транспортного пакета рассматривается в слое L2, для того, чтобы в приемнике осуществлялась пакетная синхронизация.

Транспортные требования

В слое L2 АПИ интерфейса используется синтаксис транспортного пакета MPEG-2 с дополнительным требованием, состоящим в том, что каждому транспортному пакету должны предшествовать, по крайней мере, два слова синхронизации К28.5. Хотя приемник 8В/10В может осуществлять синхронизацию без этого требования, оно позволяет осуществлять синхронизацию одного транспортного пакета, если в линии передачи происходит потеря слова синхронизации.

Формат транспортного пакета

Структура транспортного пакета должна соответствовать спецификациям ИСО/МЭК 13818 и ETS 300429 для пакетов транспортного потока. Длина пакета может быть 188 байт или 204 байта.

Временная структура транспортного пакета

Транспортные пакеты могут быть представлены в слое L2 либо как непрерывная последовательность байт, как показано для пакетов с 188 байтами на рисунке 21, или как отдельные байты, передаваемые во времени, как показано на рисунке 22.

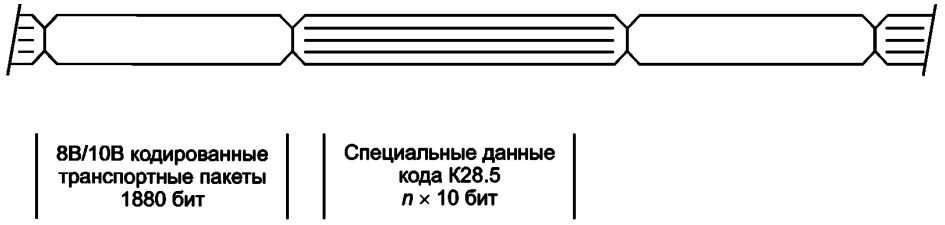


Рисунок 21 — Формат передачи пакетных данных

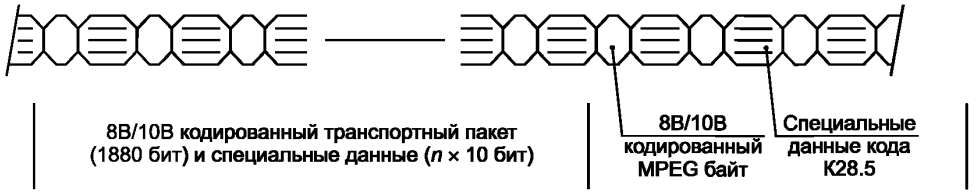


Рисунок 22 — Формат передачи отдельных байт

В таблице 6 представлены обозначения, используемые в таблице А.2 при кодировании.

Таблица 6 — Обозначения при кодировании

Байт данных	d7	d6	d5		d4	d3	d2	d1	d0		
Алфавит 8В информации	H	G	F		E	D	C	B	A		
Алфавит 10В информации	a	b	c	d	e	i		f	g	h	j

Бит «а» передается первым. Каждый передаваемый символ в таблице А.2 обозначен как *Dx*, *y*, где *x* — десятичное битов EDCBA, а *y* — десятичное значение битов HGF.

(*x*) дец. ≡(EDCBA)bin

(*y*) дец. ≡(HGF)bin.

Дополнительно существуют 10В кодовые слова, именуемые специальными кодами К*xy*, которые приведены в таблице А.1.

Специальный символ К28.5 используется в качестве байтовой синхронизации.

Пример кодирования синхробайта MPEG 47 hex = 01000111 (байт данных с именем D7.2) приведен в таблице 7.

Кодирование зависит от текущей разности (ТР), которая определяется соотношением нулей и единиц в процессе передачи. Переключение между кодовыми словами, зависящее от ТР, в передатчике и приемнике позволяет поддерживать постоянную составляющую, приблизительно равную нулю.

Таблица 7 — Пример кодирования синхробайта

Информационный символ 8В	0	1	0		0	0	1	1	1		
Символ передачи 10В RD_+	1	1	1	0	0	0		0	1	0	1
Символ передачи 8В RD_-	0	0	0	1	1	1		0	1	0	1

Текущая разность рассчитывается на основе двух субблоков: abcdei битов и fghi битов передаваемого символа. Текущая разность в начале субблока есть рассчитанная ТР последнего субблока. Текущая разность в конце любого субблока положительна, если субблок содержит больше единиц, чем нулей, или субблок равен 000111 или 0011. Текущая разность в конце любого субблока отрицательна, если субблок равен 111000 или 1100. Если возникает иной вариант, принимается последняя текущая разность. Инициализация начала работы передатчика осуществляется негативной текущей разностью. Независимо от достоверности передаваемых символов, принятые символы должны быть использованы как ТР приемника для последующих принимаемых символов.

Избыточность 8В/10В кода передачи может быть использована для обнаружения ошибок.

Ошибка кодирования может быть результатом предыдущей ошибки, которая изменила ТР битового потока. Пример приведен в таблице 8.

Таблица 8 — Пример нарушения задержанных кодов

Наименование потока	RD	Символ 1	RD	Символ 2	RD	Символ 3	RD
Переданный поток символов	—	D21.1	—	D10.2	—	D23.5	+
Переданный поток битов	—	1010101001	—	0101010101	—	1110101010	+
Битовый поток после ошибок	—	1010101011	+	0101010101	+	1110101010	+
Декодированный поток символов	—	D21.0	+	D10.2	+	Ошибка кодирования	+

6.2 Характеристики оптико-волоконной линии передачи

Оптико-волоконная линия передачи включает одну секцию оптико-волоконного кабеля, связывающего передатчик и приемник. Применяется волокно с номинальным диаметром 62,5/125 мкн, параметры которого определяются IEC 793-2, тип А16 за исключениями, приведенными ниже [13].

Затухание не должно превышать 1,5 дБ/км на длине волны оптического излучения 1300 нм.

Более высокие потери в волокне допустимы для более коротких оптико-волоконных кабелей.

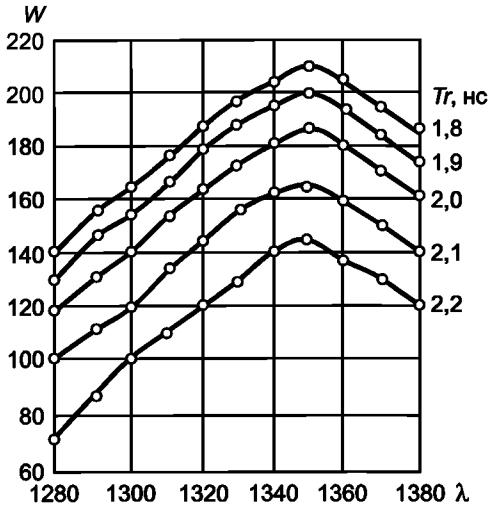
Каждое оптическое волокно должно иметь нулевую дисперсию в диапазоне от 1295 км до 1365 км, и скорость изменения дисперсии не должна превышать 0,110 пс/(км · $нм^2$). Каждое оптическое волокно должно иметь дисперсионную характеристику в диапазоне, представленном в таблице 9.

Таблица 9 — Требования к хроматической дисперсии

Длина волны λ_0, нм с нулевой дисперсией	Максимальный наклон дисперсии S_0, (пс/(км · $нм^2$)
От 1295 до 1300	$[\lambda_0 - 1190]/1000$
От 1300 до 1348	0,110
От 1348 до 1365	$[1458 - \lambda_0]/1000$

Разъемы волоконно-оптического кабеля должны соответствовать IEC 874-14 [10]. Параметры передающего и приемного интерфейсов для скорости 270 Мбит/с для многомодового волокна приведены ниже. Параметры должны удовлетворять температурному диапазону, диапазону амплитуд и требованиям к долговечности системы. Оптические измерения должны быть проведены с кабелем, имеющим оптический разъем и оптическое волокно, описанные выше. Длина оптического волокна должна быть достаточна, чтобы гарантировать стабильный режим работы. Методы измерения даны в EN 50083-9 [14].

Полная спецификация приведена на рисунке 23 и в таблице 10.



W — максимальная спектральная ширина, нм; λ — длина волны излучения, нм; *Tr* — время нарастания/спада

Рисунок 23 — Ширина спектра передатчика

Таблица 10 — Спецификации оптических характеристик для линии передачи с асинхронным последовательным интерфейсом

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Диаметр волоконной жилы	мкм	62,5
Параметры передатчика		
Тип		LED
Центральная длина волны спектра Минимальная Максимальная	нм	 1290 1380
Максимальная ширина спектра LED	нм	См. рисунок 21
Средняя мощность излучения Минимальная Максимальная	дБм	 –20 –14
Минимальный коэффициент затухания	дБ	9
Детерминированный джиттер (ДД) (p-p)	%	16
Случайный джиттер (СД) (p-p)	%	9
Максимальное оптическое время нарастания/спада	нс	2,0/2,2
Параметры приемника		
Средняя приемная мощность Минимальная Максимальная	дБм	 –26 –14
Детерминированный джиттер (DJ) (p-p)	%	19
Случайный джиттер (RJ) (p-p)	%	9
Максимальное оптическое время нарастания/спада	нс	3,0

Приложение А
(справочное)

Таблицы кодирования 8В/10В

Т а б л и ц а А.1 — Специальные коды

Обозначения специальных кодов	TP–	TP+
	abcdei fghj	abcdei fghj
K28.0	001111 0100	110000 1011
K28.1	001111 1001	110000 0110
K28.2	001111 0101	110000 1010
K28.3	001111 0011	110000 1100
K28.4	001111 0010	110000 1101
K28.5	001111 1010	110000 0101
K28.6	001111 1000	110000 1001
K23.7	111010 1000	000101 0111
K27.7	110110 1000	001001 0111
K29.7	101110 1000	010001 0111
K30.7	011110 1000	100001 0111

Т а б л и ц а А.2 — Значения кодов

Данные	Биты	TP –	TP +	Данные	Биты	TP –	TP +
Обозначение бит	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj	Обозначение бит	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj
D0.0	000 00000	100111 0100	011000 1011	D16.1	001 10000	011011 1001	100100 1001
D1.0	000 00001	011101 0100	100010 1011	D17.1	001 10001	100011 1001	100011 1001
D2.0	000 00010	101101 0100	010010 1011	D18.1	001 10010	010011 1001	010011 1001
D3.0	000 00011	110001 1011	110001 0100	D19.1	001 10011	110010 1001	110010 1001
D4.0	000 00100	110101 0100	001010 1011	D20.1	001 10100	001011 1001	001011 1001
D5.0	000 00101	101001 1011	101001 0100	D21.1	001 10101	101010 1001	101010 1001
D6.0	000 00110	011001 1011	011001 0100	D22.1	001 10110	011010 1001	011010 1001
D7.0	000 00111	111000 1011	000111 0100	D23.1	001 10111	111010 1001	000101 1001
D8.0	000 01000	111001 0100	000110 1011	D24.1	001 11000	110011 1001	001100 1001
D9.0	000 01001	100101 1011	100101 0100	D25.1	001 11001	100110 1001	100110 1001
D10.0	000 01010	010101 1011	010101 0100	D26.1	001 11010	010110 1001	010110 1001
D11.0	000 01011	110100 1011	110100 0100	D27.1	001 11011	110110 1001	001001 1001
D12.0	000 01100	001101 1011	001101 0100	D28.1	001 11100	001110 1001	001110 1001
D13.0	000 01101	101100 1011	101100 0100	D29.1	001 11101	101110 1001	010001 1001
D14.0	000 01110	011100 1011	011100 0100	D30.1	001 11110	011110 1001	100001 1001
D15.0	000 01111	010111 0100	101000 1011	D31.1	001 11111	101011 1001	010100 1001
D16.0	000 10000	011011 0100	100100 1011	D0.2	010 00000	100111 0101	011000 0101
D17.0	000 10001	100011 1011	100011 0100	D1.2	010 00001	011101 0101	100010 0101
D18.0	000 10010	010011 1011	010011 0100	D2.2	010 00010	101101 0101	010010 0101
D19.0	000 10011	110010 1011	110010 0100	D3.2	010 00011	110001 0101	110001 0101
D20.0	000 10100	001011 1011	001011 0100	D4.2	010 00100	110101 0101	001010 0101
D21.0	000 10101	101010 1011	101010 0100	D5.2	010 00101	101001 0101	101001 0101
D22.0	000 10110	011010 1011	011010 0100	D6.2	010 00110	011001 0101	011001 0101
D23.0	000 10111	111010 0100	000101 1011	D7.2	010 00111	111000 0101	000111 0101
D24.0	000 11000	110011 0100	001100 1011	D8.2	010 01000	111001 0101	000110 0101
D25.0	000 11001	100110 1011	100110 0100	D9.2	010 01001	100101 0101	100101 0101
D26.0	000 11010	010110 1011	010110 0100	D10.2	010 01010	010101 0101	010101 0101
D27.0	000 11011	110110 0100	001001 1011	D11.2	010 01011	110100 0101	110100 0101
D28.0	000 11100	001110 1011	001110 0100	D12.2	010 01100	001101 0101	001101 0101
D29.0	000 11101	101110 0100	010001 1011	D13.2	010 01101	101100 0101	101100 0101
D30.0	000 11110	011110 0100	100001 1011	D14.2	010 01110	011100 0101	011100 0101
D31.0	000 11111	101011 0100	010100 1011	D15.2	010 01111	010111 0101	101000 0101

Продолжение таблицы А.2

Данные	Биты	ТР –	ТР +	Данные	Биты	ТР –	ТР +
Обозначение бит	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj	Обозначение бит	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj
D0.1	001 00000	100111 1001	011000 1001	D16.2	010 10000	011011 0101	100100 0101
D1.1	001 00001	011101 1001	100010 1001	D17.2	010 10001	100011 0101	100011 0101
D2.1	001 00010	101101 1001	010010 1001	D18.2	010 10010	010011 0101	010011 0101
D3.1	001 00011	110001 1001	110001 1001	D19.2	010 10011	110010 0101	110010 0101
D4.1	001 00100	110101 1001	001010 1001	D20.2	010 10100	001011 0101	001011 0101
D5.1	001 00101	101001 1001	101001 1001	D21.2	010 10101	101010 0101	101010 0101
D6.1	001 00110	011001 1001	011001 1001	D22.2	010 10110	011010 0101	011010 0101
D7.1	001 00111	111000 1001	000111 1001	D23.2	010 10111	111010 0101	000101 0101
D8.1	001 01000	111001 1001	000110 1001	D24.2	010 11000	110011 0101	001100 0101
D9.1	001 01001	100101 1001	100101 1001	D25.2	010 11001	100110 0101	100110 0101
D10.1	001 01010	010101 1001	010101 1001	D26.2	010 11010	010110 0101	010110 0101
D11.1	001 01011	110100 1001	110100 1001	D27.2	010 11011	110110 0101	001001 0101
D12.1	001 01100	001101 1001	001101 1001	D28.2	010 11100	001110 0101	001110 0101
D13.1	001 01101	101100 1001	101100 1001	D29.2	010 11101	101110 0101	010001 0101
D14.1	001 01110	011100 1001	011100 1001	D30.2	010 11110	011110 0101	100001 0101
D15.1	001 01111	010111 1001	101000 1001	D31.2	010 11111	101011 0101	010100 0101
D0.3	011 00000	100111 0011	011000 1100	D16.4	100 10000	011011 0010	100100 1101
D1.3	011 00001	011101 0011	100010 1100	D17.4	100 10001	100011 1101	100011 0010
D2.3	011 00010	101101 0011	010010 1100	D18.4	100 10010	010011 1101	010011 0010
D3.3	011 00011	110001 1100	110001 0011	D19.4	100 10011	110010 1101	110010 0010
D4.3	011 00100	110101 0011	001010 1100	D20.4	100 10100	001011 1101	001011 0010
D5.3	011 00101	101001 1100	101001 0011	D21.4	100 10101	101010 1101	101010 0010
D6.3	011 00110	011001 1100	011001 0011	D22.4	100 10110	011010 1101	011010 0010
D7.3	011 00111	111000 1100	000111 0011	D23.4	100 10111	111010 0010	000101 1101
D8.3	011 01000	111001 0011	000110 1100	D24.4	100 11000	110011 0010	001100 1101
D9.3	011 01001	100101 1100	100101 0011	D25.4	100 11001	100110 1101	100110 0010
D10.3	011 01010	010101 1100	010101 0011	D26.4	100 11010	010110 1101	010110 0010
D11.3	011 01011	110100 1100	110100 0011	D27.4	100 11011	110110 0010	001001 1101
D12.3	011 01100	001101 1100	001101 0011	D28.4	100 11100	001110 1101	001110 0010
D13.3	011 01101	101100 1100	101100 0011	D29.4	100 11101	101110 0010	010001 1101
D14.3	011 01110	011100 1100	011100 0011	D30.4	100 11110	011110 0010	100001 1101
D15.3	011 01111	010111 0011	101000 1100	D31.4	100 11111	101011 0010	010100 1101
D16.3	011 10000	011011 0011	100100 1100	D0.5	101 00000	100111 1010	011000 1010
D17.3	011 10001	100011 1100	100011 0011	D1.5	101 00001	011101 1010	100010 1010
D18.3	011 10010	010011 1100	010011 0011	D2.5	101 00010	101101 1010	010010 1010
D19.3	011 10011	110010 1100	110010 0011	D3.5	101 00011	110001 1010	110001 1010
D20.3	011 10100	001011 1100	001011 0011	D4.5	101 00100	110101 1010	001010 1010
D21.3	011 10101	101010 1100	101010 0011	D5.5	101 00101	101001 1010	101001 1010
D22.3	011 10110	011010 1100	011010 0011	D6.5	101 00110	011001 1010	011001 1010
D23.3	011 10111	111010 0011	000101 1100	D7.5	101 00111	111000 1010	000111 1010
D24.3	011 11000	110011 0011	001100 1100	D8.5	101 01000	111001 1010	000110 1010
D25.3	011 11001	100110 1100	100110 0011	D9.5	101 01001	100101 1010	100101 1010
D26.3	011 11010	010110 1100	010110 0011	D10.5	101 01010	010101 1010	010101 1010
D27.3	011 11011	110110 0011	001001 1100	D11.5	101 01011	110100 1010	110100 1010
D28.3	011 11100	001110 1100	001110 0011	D12.5	101 01100	001101 1010	001101 1010
D29.3	011 11101	101110 0011	010001 1100	D13.5	101 01101	101100 1010	101100 1010
D30.3	011 11110	011110 0011	100001 1100	D14.5	101 01110	011100 1010	011100 1010
D31.3	011 11111	101011 0011	010100 1100	D15.5	101 01111	010111 1010	101000 1010
D0.4	100 00000	100111 0010	011000 1101	D16.5	101 10000	011011 1010	100100 1010
D1.4	100 00001	011101 0010	100010 1101	D17.5	101 10001	100011 1010	100011 1010
D2.4	100 00010	101101 0010	010010 1101	D18.5	101 10010	010011 1010	010011 1010
D3.4	100 00011	110001 1101	110001 0010	D19.5	101 10011	110010 1010	110010 1010
D4.4	100 00100	110101 0010	001010 1101	D20.5	101 10100	001011 1010	001011 1010
D5.4	100 00101	101001 1101	101001 0010	D21.5	101 10101	101010 1010	101010 1010
D6.4	100 00110	011001 1101	011001 0010	D22.5	101 10110	011010 1010	011010 1010
D7.4	100 00111	111000 1101	000111 0010	D23.5	101 10111	111010 1010	000101 1010
D8.4	100 01000	111001 0010	000110 1101	D24.5	101 11000	110011 1010	001100 1010
D9.4	100 01001	100101 1101	100101 0010	D25.5	101 11001	100110 1010	100110 1010
D10.4	100 01010	010101 1101	010101 0010	D26.5	101 11010	010110 1010	010110 1010

Окончание таблицы А.2

Данные	Биты	ТР –	ТР +	Данные	Биты	ТР –	ТР +
Обозначение бит	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj	Обозначение бит	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj
D11.4	100 01011	110100 1101	110100 0010	D27.5	101 11011	110110 1010	001001 1010
D12.4	100 01100	001101 1101	001101 0010	D28.5	101 11100	001110 1010	001110 1010
D13.4	100 01101	101100 1101	101100 0010	D29.5	101 11101	101110 1010	010001 1010
D14.4	100 01110	011100 1101	011100 0010	D30.5	101 11110	011110 1010	100001 1010
D15.4	100 01111	010111 0010	101000 1101	D31.5	101 11111	101011 1010	010100 1010
D0.6	110 00000	100111 0110	011000 0110	D0.7	111 00000	100111 0001	011000 1110
D1.6	110 00001	011101 0110	100010 0110	D1.7	111 00001	011101 0001	100010 1110
D2.6	110 00010	101101 0110	010010 0110	D2.7	111 00010	101101 0001	010010 1110
D3.6	110 00011	110001 0110	110001 0110	D3.7	111 00011	110001 1110	110001 0001
D4.6	110 00100	110101 0110	001010 0110	D4.7	111 00100	110101 0001	001010 1110
D5.6	110 00101	101001 0110	101001 0110	D5.7	111 00101	101001 1110	101001 0001
D6.6	110 00110	011001 0110	011001 0110	D6.7	111 00110	011001 1110	011001 0001
D7.6	110 00111	111000 0110	000111 0110	D7.7	111 00111	111000 1110	000111 0001
D8.6	110 01000	111001 0110	000110 0110	D8.7	111 01000	111001 0001	000110 1110
D9.6	110 01001	100101 0110	100101 0110	D9.7	111 01001	100101 1110	100101 0001
D10.6	110 01010	010101 0110	010101 0110	D10.7	111 01010	010101 1110	010101 0001
D11.6	110 01011	110100 0110	110100 0110	D11.7	111 01011	110100 1110	110100 1000
D12.6	110 01100	001101 0110	001101 0110	D12.7	111 01100	001101 1110	001101 0001
D13.6	110 01101	101100 0110	101100 0110	D13.7	111 01101	101100 1110	101100 1000
D14.6	110 01110	011100 0110	011100 0110	D14.7	111 01110	011100 1110	011100 1000
D15.6	110 01111	010111 0110	101000 0110	D15.7	111 01111	010111 0001	101000 1110
D16.6	110 10000	011011 0110	100100 0110	D16.7	111 10000	011011 0001	100100 1110
D17.6	110 10001	100011 0110	100011 0110	D17.7	111 10001	100011 0111	100011 0001
D18.6	110 10010	010011 0110	010011 0110	D18.7	111 10010	010011 0111	010011 0001
D19.6	110 10011	110010 0110	110010 0110	D19.7	111 10011	110010 1110	110010 0001
D20.6	110 10100	001011 0110	001011 0110	D20.7	111 10100	001011 0111	001011 0001
D21.6	110 10101	101010 0110	101010 0110	D21.7	111 10101	101010 1110	101010 0001
D22.6	110 10110	011010 0110	011010 0110	D22.7	111 10110	011010 1110	011010 0001
D23.6	110 10111	111010 0110	000101 0110	D23.7	111 10111	111010 0001	000101 1110
D24.6	110 11000	110011 0110	001100 0110	D24.7	111 11000	110011 0001	001100 1110
D25.6	110 11001	100110 0110	100110 0110	D25.7	111 11001	100110 1110	100110 0001
D26.6	110 11010	010110 0110	010110 0110	D26.7	111 11010	010110 1110	010110 0001
D27.6	110 11011	110110 0110	001001 0110	D27.7	111 11011	110110 0001	001001 1110
D28.6	110 11100	001110 0110	001110 0110	D28.7	111 11100	001110 1110	001110 0001
D29.6	110 11101	101110 0110	010001 0110	D29.7	111 11101	101110 0001	010001 1110
D30.6	110 11110	011110 0110	100001 0110	D30.7	111 11110	011110 0001	100001 1110
D31.6	110 11111	101011 0110	010100 0110	D31.7	111 11111	101011 0001	010100 1110

Библиография

[1] ИСО/МЭК 13818: (1996) (ISO/IEC 13818) — Информационные технологии. Родовое кодирование киноизображений и сопровождающей звуковой информации. Т. 1—3. (Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information. T. 1—3)

[2] Стандарт Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций ETSI EN 300 744: (2004-11) — Цифровое телевизионное вещание (DVB). Структура, канальное кодирование и модуляция для наземного телевидения. (Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television)

[3] Рекомендация МСЭ-Т G.703 Recommendation ITU-T G.703 — Физические и электрические характеристики иерархических цифровых интерфейсов. (Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces)

[4] ISO 2110 — Информационные технологии. Передача данных. 25-полюсный соединитель интерфейса DTE/DCE и обозначение номеров контактов. (Information technology — Data communication, 25 pole DTE/DCE interface connector and contact number assignments)

[5] Стандарт Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций ETSI EN 300 421:(1997-08) — Цифровое телевизионное вещание (DVB). Структура, канальное кодирование и модуляция для 11/12 Гц спутниковой службы. (Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite service)

[6] IEC 169-8 — Радиочастотные разъемы. Часть 8. Радиочастотные коаксиальные разъемы с внутренним диаметром внешнего проводника 6,5 мм и байонетным соединением с сопротивлением 50 Ом (типа BNC). (Radio frequency connectors — Part 8: RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,25 in) with bayonet lock. Characteristic impedance 50 Ω (type BNC)

[7] Стандарт Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций EN 188201 — Волокна оптические мультимодовые с индексом классификации A1a. (A1a graded index multimode optical fibres)

[8] ITU-T Rec.G654 — Характеристики одномодовых оптических кабелей, обладающих минимальными потерями в диапазоне 1550 нм. (Characteristics of a 1550 nm cut off shifted wavelength lossminimized single-mode optical fibre cable (Rev 1))

[9] Стандарт Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций EN 188101 — Одномодовое оптическое волокно B1.1. (FS: Single-mode dispersion unshifted (B1.1) optical fibre)

[10] IEC 874-14 — Спецификация оптико-волоконного разъема типа SC. (Part 14: Sectional specification for fibre-optic connector — Type SC)

[11] ISO/IEC CD 14165-1 — Информационные технологии. Оптоволоконный канал. Часть 1. Интерфейсы физического уровня и сигнализации. Fibre Channel — Part 1: Physical and signalling interface (FC-PH)

[12] Стандарт Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций ETS 300429 — Цифровое телевизионное и радиовещание, передача данных. Структура канального кодирования и модуляции для кабельных систем. (Digital broadcasting for television, sound and data services — Framing structure, channel coding and modulation for cable systems)

[13] IEC 793-2 — Оптические волокна. Часть 2. Технические условия на изделие. Optical fibres — Part 2: Product specifications

[14] EN 50083-9 — Кабельные распределительные системы для телевизионных, звуковых и интерактивных мультимедийных сигналов. Часть 9. Интерфейсы для CATV/SMATV головных станций и аналогичного оборудования для DVB/MPEG-2 транспортных потоков. Cabled distribution systems for television, sound and interactive multimedia signals — Part 9. Interface for CATV/SMATV headends and similar professional equipment for DVB/MPEG-2 transport streams

УДК 621.397.69:006.354 ОКС 33.170 Э30

Ключевые слова: цифровое телевидение высокой четкости, цифровой транспортный поток, синхронные интерфейсы, асинхронные интерфейсы, последовательные интерфейсы, параллельные интерфейсы, кабельные линии передачи, оптико-волоконные линии передачи

Редактор *Е.В. Вахрушева*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 20.05.2013. Подписано в печать 01.07.2013. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,20. Тираж 81 экз. Зак. 727.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru