ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Цифровое телевизионное вещание (DVB-C) Структура цикловой синхронизации, канальное кодирование и модуляция для цифрового кабельного телевидения Общие требования

Издание официальное

Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации

Ташкент

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным унитарным предприятием Центр научно-технических и маркетинговых исследований - «UNICON.UZ» (ГУП «UNICON.UZ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации в сфере информационных технологий и коммуникаций № 7

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Узбекского агентства стандартизации, метрологии и сертификации (агентство «Узстандарт») от 04.01.2016 № 05-731

4 Настоящий стандарт разработан с учетом требований EN 300 429 V1.2.1 (1998-04) Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems (Цифровое телевизионное вещание (DVB). Структура цикловой синхронизации, канальное кодирование и модуляция для цифрового кабельного телевидения).

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории Узбекистана публикуется в указателе, издаваемом агентством «Узстандарт». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе, издаваемом агентством «Узстандарт»

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA
MILLIY MARKAZI
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
TOPISH KUCHI BO‘YICHA

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории Узбекистана принадлежит агентству «Узстандарт»

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины, определения, обозначения и сокращения 2

4 Система кабельного цифрового телевизионного вещания 5

5 Технические требования к кабельной распределительной сети 7

6 Транспортный уровень MPEG-2 9

7 Структура цикловой синхронизации 9

8 Канальное кодирование 10

9 Отображение байтов в символы 13

10 Квадратурные диаграммы сигналов и формирование спектра 16

Приложение А (справочное) Категории головных станций и элементов линейной сети 20

Приложение В (справочное) Дополнительные каналы распределения радиосигналов, разрешенные в кабельных распределительных сетях 22

Приложение С (обязательное) Амплитудно-частотная характеристика фильтра основной полосы 24

[illegible] AGENTLIGI
[illegible] HAMKORLIKDA TAYYORLANDI
[illegible] MUVOFIQLASHTIRISH VA
TEXNIK TARTIBGA SOLISH AGENTLIGI

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**Рақамли телевизион эшиттириш (DVB-C)
Кабелли рақамли телевизион эшиттириш системаси учун
циклли синхронизациялаш структураси, каналли
кодлаш ва модуляциялаш
Умумий талаблар**

**Цифровое телевизионное вещание (DVB-C)
Структура цикловой синхронизации, канальное
кодирование и модуляция для цифрового кабельного телевидения
Общие требования**

Digital Video Broadcasting Cable (DVB-C)
Framing structure, channel coding and modulation for cable systems
General requirements

Дата введения 01.01.2016

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на цифровые многопрограммные распределительные системы кабельного телевидения, предназначенные для передачи абонентам сигналов вещательных телевизионных программ и других независимых данных с использованием сигналов квадратурной амплитудной модуляции 16-, 32-, 64-, 128- или 256-значащими позициями, устанавливает основные принципы построения многопрограммной системы кабельного цифрового телевизионного вещания и определяет структуру цикловой синхронизации, методы канального кодирования, мультиплексирования и модуляции.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 7845-92 Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений

O‘zSTANDART AGENTLIGI
5925-son bilan
31 12 2015 yilda
davlat ro‘yxatiga olindi

Издание официальное

ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

O‘z DSt 1126:2007 Сети распределительные систем кабельного телевидения. Основные параметры. Технические требования. Методы измерений и испытаний

O‘z DSt 1136:2013 Телевидение вещательное цифровое. Термины и определения

O‘z DSt 1222:2009 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиовещательные и телевизионные приемники и другая бытовая радиоэлектронная аппаратура. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Узбекистана по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по O‘z DSt 1126, O‘z DSt 1136, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **генератор псевдослучайной последовательности двоичных чисел** (pseudo random binary sequence generator): Оборудование, которое при вводе инициализирующего слова данных генерирует определенную псевдослучайную двоичную последовательность.

3.1.2 **квадратурная амплитудная модуляция** (quadrature amplitude modulation): Метод модуляции радиочастотного сигнала цифровым сигналом, при котором используются две несущие, сдвинутые по фазе. Число реализуемых дискретных значений амплитуды и фазы указывается в обозначении данного вида модуляции, например, 16-QAM или 64-QAM.

3.1.3 **код Рида-Соломона** (Reed-Solomon code): Вид циклических кодов, корректирующих ошибки в блоках данных, в частности в байтах. Кодер Рида-Соломона должен применить укороченный код Рида-Соломона для каждого рандомизированного транспортного пакета для

O'ZSTANDART AGENTLIGI

создания пакета, защищенного от ошибок. Данный код также должен быть применен для байта синхронизации.

3.1.4 **кортежи** (m-tuple): Короткие последовательности битов, равные значности модулирующего кода.

3.1.5 **мультиплексирование** (multiplexing, muxing): Уплотнение канала, передача нескольких потоков (каналов) данных с меньшей скоростью (пропускной способностью) по одному каналу.

3.1.6 **неравномерность амплитудно-частотной характеристики** (in-band ripple): Отклонение от идеальной линейной характеристики затухания в рабочей полосе пропускания формирующего фильтра, приводящее к появлению максимального и минимального затухания.

3.1.7 **перемежение** (interleaving): Метод перестановки символов в передаваемой последовательности для изменения распределения ошибок при обработке сигнала на приеме.

3.1.8 **псевдослучайная двоичная последовательность** (pseudo random binary sequence): Определенная последовательность двоичных чисел, корреляционные свойства которой близки к корреляционным свойствам ограниченного по уровню шума.

3.1.9 **рандомизация** (randomization): Операция, при которой пакеты транспортного потока данных цифрового вещательного телевидения подвергают скремблированию для более равномерного распределения энергии модулированного телевизионного сигнала в полосе радиоканала и приближения к случайной статистике переходов между битами данных цифрового потока.

3.1.10 **самый старший (двоичный) разряд** (most significant bit): Бит кодового слова, который имеет наибольший двоичный вес (наибольшее значение двоичного номера в кодовом слове, в настоящем стандарте - это самый левый разряд двоичного номера).

3.1.11 **сверточное перемежение** (conventional interleaving): Способ перемежения, при котором данные считываются в двухмерную матрицу и каждый ряд матрицы задерживается по времени в соответствии с его позицией в матрице. При считывании блоков данных из матрицы происходит изменение их порядка.

3.1.12 **система кабельного цифрового телевидения** (cable television system): Система цифрового телевизионного вещания, предназначенная для доставки телевизионных программ потребителю по кабельной сети.

3.1.13 **транспортный поток** (transport stream): Набор из нескольких программных потоков данных цифрового вещательного телевидения, сформированный из программных пакетов постоянной длины с коррекцией ошибок и независимым тактированием от своих источников синхронизации.

3.1.14 **транспортный пакет** (packetized elementary stream): Пакет, базовая единица транспортного потока, где заголовок начинается с известного байта синхронизации (8 byte) 0 · 47 (01000111).

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA SERTIFIKATLASHTIRISH
DAVLAT QO'MITASI TOMONIDAN
TASDIQLANGAN NUSXASI

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

b0, ..., b7 - биты в кодируемых последовательностях

b_0, ..., b_7 - биты в последовательностях кортежей

g(x) - порождающий многочлен кода Рида-Соломона

G(X) - порождающий многочлен рандомизатора

HEX (hexadecimal) - индекс шестнадцатиричной системы счисления

I, Q - квадратурные сигналы

j - индекс ветви

m - число битов в символе при модуляции M-QAM

n_p - номер транспортного пакета в группе из восьми пакетов

q- длина последовательности из младших битов кортежа

r_m - неравномерность АЧХ на частоте Найквиста и в полосе прозрачности формирующего фильтра

RS (n, k, t = 8) - полином кода Рида-Соломона при заданных значениях n и k

t - число ошибок, исправляемых кодом Рида-Соломона

V - байты в кодируемых последовательностях

X - формальная переменная порождающего многочлена, используемая для указания положения разрядов скремблера, охваченных логической обратной связью

Z - обозначения кортежей в кодируемых последовательностях

3.3 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АЧХ - амплитудно-частотная характеристика

ОВЧ ЧМ - очень высокая частота, использующая сигнал с частотной модуляцией

ПСП - псевдослучайная двоичная последовательность

РЧ - радиочастота

ТП - транспортный поток

DVB (Digital Video Broadcasting) - цифровое телевизионное вещание

DVB-C (Digital Video Broadcasting-Cable) - цифровое кабельное телевизионное вещание

MPEG (Motion Pictures Experts Group) - Группа экспертов по вопросам обработки движущихся изображений

M-QAM (Quadrature Amplitude Modulation) - квадратурная амплитудная модуляция с числом значащих позиций, равным M

MSB (most significant bit) - самый старший (двоичный) разряд

QAM (Quadrature Amplitude Modulation) - квадратурная амплитудная модуляция

4 Система кабельного цифрового телевизионного вещания

4.1 Обзор системы

Система кабельного цифрового телевизионного вещания определена как совокупность функциональных блоков оборудования, производящих мультиплексирование, помехоустойчивое кодирование и модуляцию для согласования (адаптации) цифровых телевизионных сигналов с каналами кабельной распределительной сети.

Система может сопрягаться с другими цифровыми системами модуляции и канального кодирования наземного и спутникового многопрограммного телевидения и использоваться для распределения программ абонентам.

4.2 Структурная схема

4.2.1 Структурная схема системы кабельного цифрового телевизионного вещания, включающая оборудование головной станции, линейной сети и абонентского приемника-декодера показана на рисунке 1.

4.2.2 В качестве источников цифровых телевизионных сигналов в головных станциях сети кабельного телевидения могут рассматриваться:

- спутниковые линии;
- внешние линии;
- местные источники программ.

4.2.3 Функциональными блоками в передающем оборудовании головной станции цифровой кабельной системы проводятся необходимые преобразования для согласования ТП с каналом в линейной сети.

4.2.4 Блок сопряжения в основной полосе и синхронизации должен адаптировать структуру данных с источником сигнала. Структура цикловой синхронизации должна соответствовать транспортному уровню MPEG-2, включая байты синхронизации.

Примечание – Интерфейсы сопряжения не входят в область рассмотрения данного стандарта.

4.2.5 Инвертор синхроимпульса цикла Sync 1 и рандомизатор должны инвертировать байт Sync 1 в соответствии со структурой цикловой синхронизации MPEG-2 и рандомизировать поток данных для формирования спектра.

4.2.6 Сверточный перемежитель должен выполнить сверточное перемежение с глубиной I = 12 для пакетов, защищенных от ошибок. При этом периодичность байтов синхронизации должна быть сохранена.

4.2.7 Преобразователь байтов в кортежи осуществляет формирование битовых структур, удовлетворяющих условию последующего получения символов QAM.

STANDARTLASHTIRISH DAVLAT QO'MITASI HUZURIDAGI AXBOROT-RESURS MARKAZI

O'z DSt 3040 2015

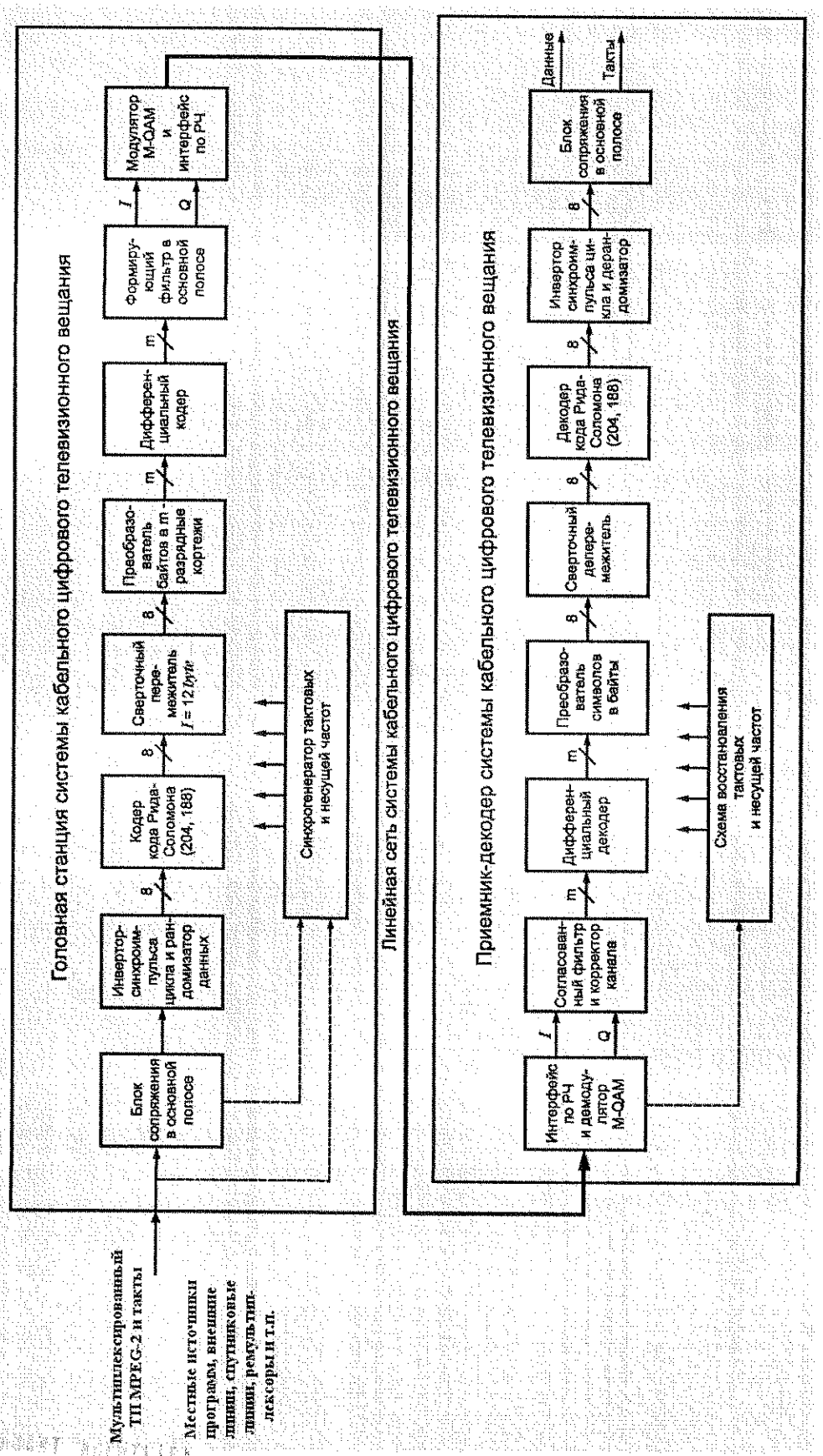


Рисунок 1 - Структурная схема системы кабельного цифрового телевизионного вещания

4.2.8 Дифференциальный кодер должен произвести дифференциальное кодирование двух старших разрядов каждого символа с целью получения сигнального созвездия, не зависящего от вращения несущей.

4.2.9 Формирующий фильтр в основной полосе должен произвести преобразование дифференциально кодированных m-кортежей на сигналы в квадратурных каналах I и Q и затем согласованную фильтрацию сигналов I и Q по Найквисту с помощью формирующего фильтра перед QAM. Преобразователь байтов в m-разрядные кортежи должен произвести преобразование байтов с выхода перемежителя в символы QAM.

4.2.10 Приемник системы кабельного цифрового телевизионного вещания (цифровой приемник-декодер) должен производить преобразование сигналов, обратное относительно того, что производилось в процессе модуляции, с целью восстановления сигнала основной полосы на приемной стороне. Обратные преобразования включают операции по демодуляции и декодированию сигнала в цифровом приемнике - декодере.

4.2.11 Система кабельного цифрового телевизионного вещания должна быть разграничена следующими интерфейсами, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 - Разграничение интерфейсами системы кабельного цифрового телевизионного вещания

Местоположение	Интерфейс	Тип сигнала в точке интерфейса	Соединение
Головная станция	Вход	Мультиплексированный ТП MPEG-2 и такты	от мультиплексора MPEG-2
	Выход	РЧ сигнал	к РЧ устройствам
Приемник-декодер	Выход	Мультиплексированный ТП MPEG-2 и такты	к демультиплексору MPEG-2
	Вход	РЧ сигнал	от РЧ устройств (абонентские устройства)

5 Технические требования к кабельной распределительной сети

5.1 Кабельную распределительную сеть выполняют коаксиальными или оптическими кабелями, параметры которых устанавливают в конструкторской документации на эти изделия.

5.2 Головная станция кабельной распределительной сети и элементы линейной сети, выполненной на коаксиальном кабеле, должны иметь несимметричные входы и выходы номинальным сопротивлением 75 Ω.

В зависимости от значения затухания несогласованности активные и пассивные элементы линейной сети, выполненной на коаксиальном кабеле, подразделяют на категории (приложение А).

5.3 Кабельные распределительные сети должны обеспечить распределение радиосигналов вещательного телевидения в прямом направлении в стандартных телевизионных каналах по ГОСТ 7845, в специальных каналах ниже и выше III частотного телевизионного диапазона и в каналах выше V частотного телевизионного диапазона (приложение В).

5.4 Распределение радиосигналов ОВЧ ЧМ вещания должно быть обеспечено в полосах частот от 64 до 74 MHz и от 100 до 108 MHz.

Допускается распределение радиосигналов ОВЧ ЧМ вещания в полосе частот от 87,5 до 100 MHz в кабельных распределительных сетях, не использующих полосу частот четвертого и пятого телевизионных каналов для передачи радиосигналов вещательного телевидения.

5.5 Значения параметров кабельной распределительной сети не должны изменяться при изменении напряжения питающей сети переменного тока 220 V с допустимым отклонением от минус 15 % до плюс 10 % и частоте (50 ± 2) Hz.

5.6 Кабельная распределительная сеть должна удовлетворять требованиям настоящего стандарта в условиях эксплуатации, определяемых климатической зоной по ГОСТ 15150.

5.7 Элементы кабельной распределительной сети должны выдерживать механические и климатические воздействия согласно требованиям ГОСТ 11478.

5.8 Надежность кабельной распределительной сети должна обеспечивать соответствие основных параметров требованиям настоящего стандарта при непрерывной работе сети в течение суток. Срок службы кабельной распределительной сети не менее 10 лет.

5.9 Средства измерений, рабочие места и средства защиты обслуживающего персонала кабельной распределительной сети должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.019.

5.10 Предельно допустимые значения напряженности электромагнитного поля (плотности потока энергии излучения) на рабочих местах обслуживающего персонала кабельной распределительной сети должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.006.

5.11 Напряженность поля индустриальных радиопомех, излучаемых оборудованием кабельной распределительной сети, а также напряжение индустриальных радиопомех, создаваемых оборудованием на сетевых гнездах, должны быть не более значений, установленных O‘z DSt 1222.

5.12 Параметры параллельных кабельных распределительных сетей должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

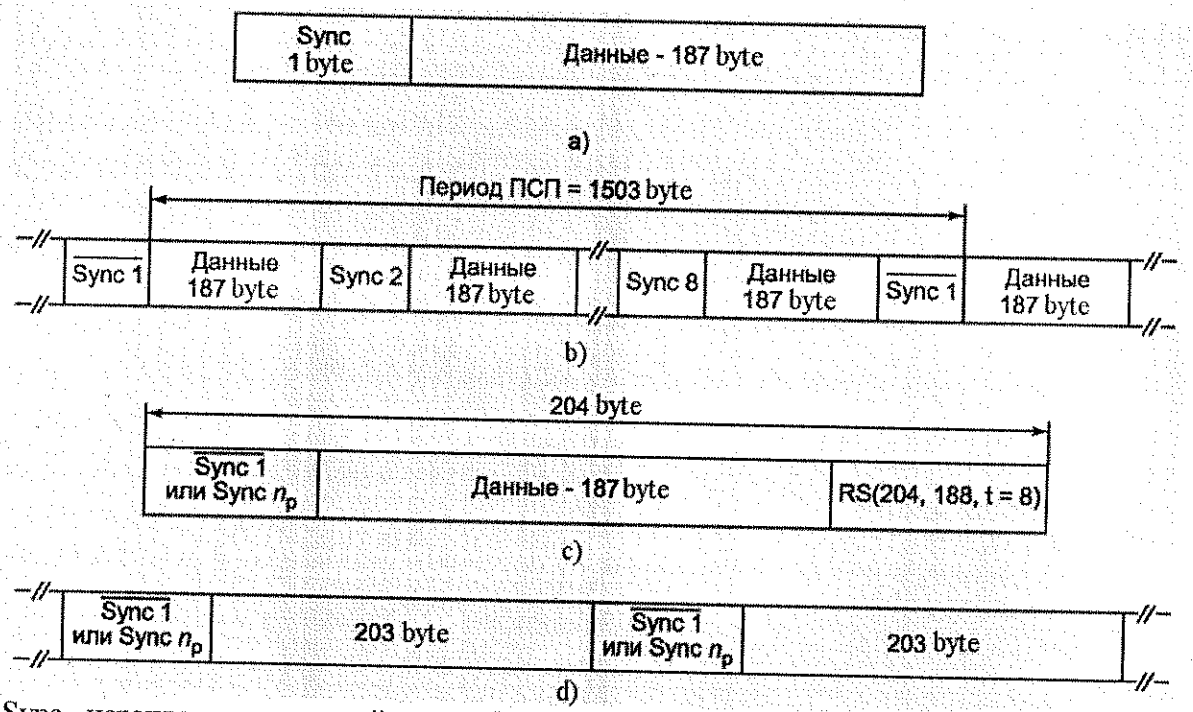
STANDARTLASHTIRISH ... MAZORAT ... AXBOROT ...

6 Транспортный уровень MPEG -2

MPEG-2 транспортный уровень может объединять пакетные элементарные потоки, переносящие данные нескольких программ с независимыми временными базами. Он состоит из коротких пакетов фиксированной длины (188 byte). Элементарные потоки видео, звука и дополнительных данных (например, телетекст) разбиваются на фрагменты, равные по длине полезной нагрузке транспортного пакета (184 byte) и мультиплексируются в единый поток.

7 Структура цикловой синхронизации

Цикловая синхронизация должна быть основана на структуре транспортного пакета MPEG-2. Структура цикловой синхронизации системы представлена на рисунке 2.



Sync - нерандомизированный синхробайт (1 byte);

Sync 1 - нерандомизированный инвертированный синхробайт (1 byte), $n_p = 1$;

Sync n - нерандомизированный синхробайт (1 byte), $n_p = 2, 3, ..., 8$;

a) транспортный пакет MPEG-2;

b) рандомизированные транспортные пакеты: синхробайты и рандомизированная последовательность R;

c) пакет, защищенный от ошибок кодированием RS (204, 188, T = 8);

d) перемеженные кадры.

Рисунок 2 - Структура исходного и рандомизированных транспортных пакетов в последовательности цикла синхронизации

RASMIY NASHRIDA
FOYDALANISH UCHUN
RUXSAT ETILGAN

8 Канальное кодирование

8.1 Рандомизация для формирования спектра

8.1.1 Для достижения соответствующего уровня защиты от ошибок, необходимого для передачи цифровых данных по кабелю, должно быть применено кодирование, основанное на коде Рида-Соломона. В отличие от спутниковой системы передачи при кабельной передаче не применяется сверточное кодирование. Защита от пакетированных ошибок проводится за счет перемежения символов на выходе кодера Рида-Соломона.

8.1.2 Входной поток данных системы должен быть организован в виде транспортных пакетов фиксированной длины по 188 byte от выхода транспортного мультиплексора MPEG-2. Транспортный пакет включает в себя 1 byte слова синхронизации (его значение - 01000111, или 47_{HEX}) и 187 byte мультиплексированных данных. Байты данных должны следовать старшим разрядом вперед. Процесс обработки данных на передающей стороне всегда должен начинаться со старшего разряда байта синхронизации, то есть с бита со значением «0».

8.1.3 Для обеспечения совместимости со спутниковой системой передачи и для обеспечения близкой к случайной статистике переходов между битами потока данных, входной поток системы должен подвергаться рандомизации. Для рандомизации должен использоваться аддитивный 15-разрядный скремблер, структурная схема которого показана на рисунке 3. Для осуществления обратной функции дескремблирования в приемнике должно использоваться аналогичное устройство.

8.1.4 Генератор ПСП рандомизатора должен иметь порождающий многочлен вида:

$$G(X) = 1 + X^{14} + X^{15}. \quad (1)$$

Загрузка в регистр скремблера фиксированной последовательности «100101010000000» должна инициализироваться в начале каждого восьмого транспортного пакета. Для выделения сигнала инициализации для дескремблера значение байта синхронизации в первом ($n_p = 1$) транспортном пакете в группе из восьми транспортных пакетов ($n_p = 1, ..., 8$) должно быть инвертировано по битам, то есть преобразовано из 47_{HEX} в $B8_{HEX}$.

O'ZSTANDART AGENTLIGA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

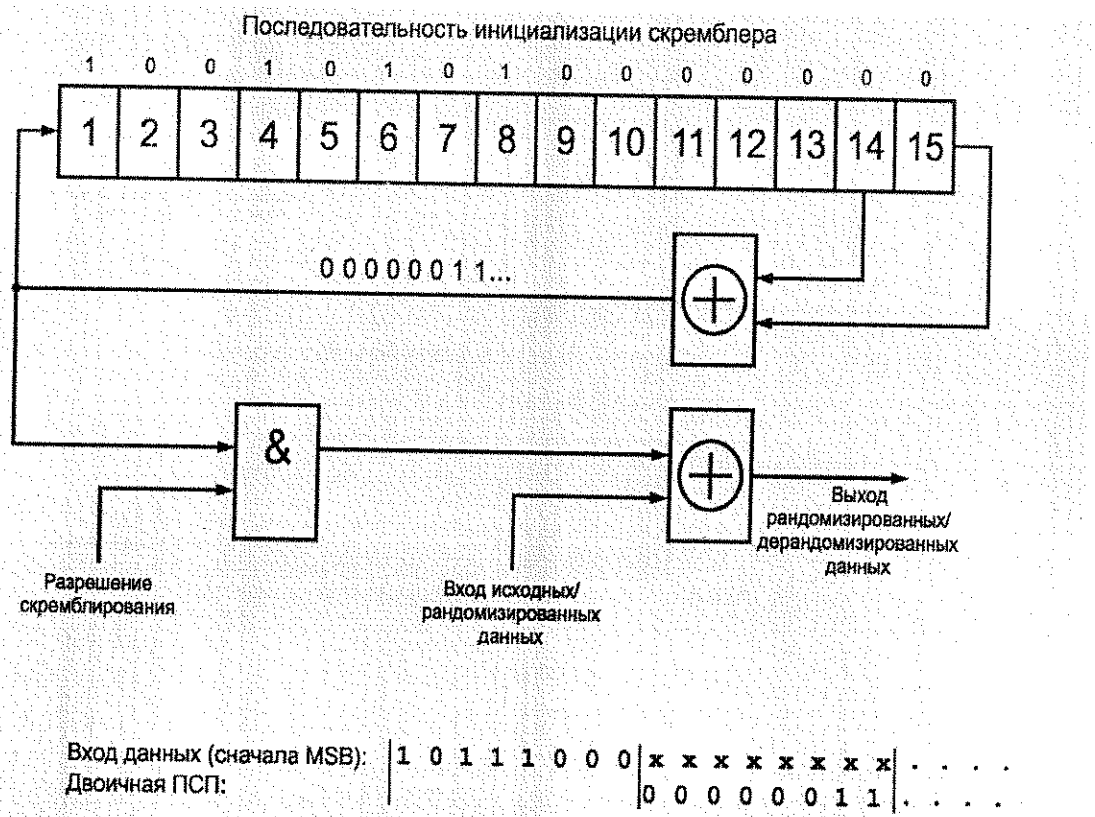


Рисунок 3 - Структурная схема аддитивного 15-разрядного скремблера

8.1.5 Байты синхронизации не должны скремблироваться. Поэтому первый бит с выхода генератора ПСП должен соответствовать во времени первому, то есть MSB первого байта, следующего за инвертированным синхробайтом ($B8_{HEX}$). Для поддержки процесса синхронизации во время передачи синхробайтов последующих семи пакетов генератор ПСП должен продолжать работать, но его выход должен быть блокирован, оставляя эти байты нерандомизированными. Таким образом, период ПСП составляет 1503 byte. Структура исходного и рандомизированных транспортных пакетов в последовательности цикла показана на рисунках 2 a), 2 b) соответственно.

8.1.6 Процесс рандомизации должен быть активен и тогда, когда входной поток модулятора отсутствует, или когда он не соответствует формату ТП MPEG-2 (1 синхробайт + 187 byte пакета). Это необходимо для предотвращения появления немодулированной несущей на выходе передатчика.

8.2 Кодирование Рида-Соломона

После процесса рандомизации должно следовать кодирование с использованием укороченного кода RS (204, 188, t = 8), полученного из первоначального систематического кода RS (255, 239, t = 8). Кодирование должно быть применено к каждому входящему рандомизированному транспортному пакету MPEG-2 (рисунок 2 b) с параметром t = 8. Это означает, что может быть исправлено 8 ошибочных байтов на каждом

пакете. В процессе кодирования транспортному пакету MPEG-2 добавляется 16 byte четности, с получением в результате пакета (204, 188), как показано на рисунке 2 c).

Примечание - Кодирование Рида-Соломона необходимо применять ко всему транспортному пакету, включая байт синхронизации, как неинвертированный (значение 47_{HEX}), так и инвертированный (значение $B8_{HEX}$).

Для задания кода Рида-Соломона должны использоваться:

-порождающий многочлен:

$$g(x) = (x + \lambda^0)(x + \lambda^1)(x + \lambda^2)...(x + \alpha^{15}) \quad (2)$$

- генераторный многочлен конечного поля Галуа:

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1, \quad (3)$$

где: $\lambda = 02_{HEX}$ - примитивный элемент поля Галуа, являющийся корнем порождающего многочлена;

x - формальная переменная, используемая для указания положения элементов поля в последовательности кодируемых данных.

Укорочение кода должно обеспечиваться добавлением 51 byte (все со значением «0») перед информационными байтами на входе кодера RS (255, 239, t = 8). После кодирования все эти нулевые байты должны быть удалены.

8.3 Сверточное перемежение

В соответствии со схемой, представленной на рисунке 4, операция сверточного перемежения должна быть применена к пакетам, защищенным от ошибок, как показано на рисунке 2 c). Результатом перемежения должны быть сформированные перемеженные кадры, структура которых показана на рисунке 2 d).

Сверточное перемежение должно быть основано на подходе Форни, который совместим с подходом Рамси типа III с глубиной перемежения $I_d = 12$. Перемеженный кадр должен состоять из пакетов, защищенных от ошибок, разделенных синхробайтами MPEG-2 (сохраняя периодичность 204 byte).

Перемежитель может состоять из $I_d = 12$ ветвей, циклически соединенных с входным потоком байтов посредством входного переключателя. Каждая ветвь *j* должна быть эквивалентна сдвиговому регистру обратного магазинного типа («первым пришел – первым обслужен»), с глубиной $j \cdot M$ ячеек, где $M = 17 = N/I$, $N = 204$ - длина кадра с защитой от ошибок, $I_d = 12$ - глубина перемежения. Ячейки регистра должны хранить 1 byte, входные и выходные переключатели должны быть синхронизированы.

O ‘ZSTANDART AGENTLIGI
RASMIY NASHRIYOTI, TAHRIRIYAT
NAZORATI OSTIDAGI NASHR
AXBOROT TEXNOLOGIYALARI

Для целей синхронизации, байты SYNC и $\overline{\text{SYNC}}$ должны всегда проходить по ветви «0» перемежителя (соответствующей нулевой задержке).

Примечание - Деперемежитель с принципиальной точки зрения подобен перемежителю, но индексы ветвей обращены наоборот (т.е. $j = 0$ соответствует наибольшей задержке). Синхронизация деперемежителя может быть обеспечена направлением первого распознанного синхробайта к ветви «0».

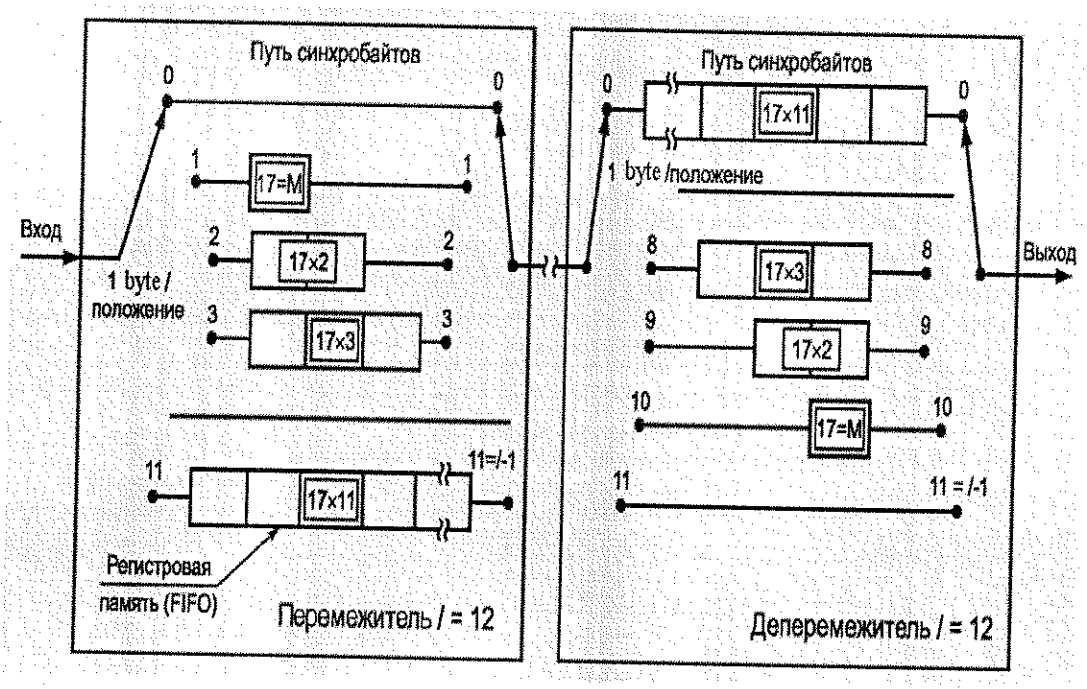


Рисунок 4 - Структурная схема сверточного перемежителя и деперемежителя

9 Отображение байтов в символы

9.1 Преобразование непрерывной последовательности байтов с выхода сверточного перемежителя в короткие последовательности битов (кортежи) необходимо для последующей модуляции несущей. Каждый из кортежей должен соответствовать символу QAM, т. е. определенной точке на квадратурной диаграмме модулированного сигнала.

9.2 Длина кортежа в битах должна быть равна:

$$m = \log_2(M), \tag{4}$$

где: M - число позиций модулированного сигнала M-QAM. При этом отображение байтов в кортежи должно осуществляться циклически. В случае модуляции 2^m-QAM, для одного цикла отображение выражается следующей формулой:

O'ZBEKISTON AGENTLIGI STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA SERTIFIKATLASHTIRISH DAVLAT INSPEKTSIYASI

$$8k = n \cdot m, \quad (5)$$

где: k - число преобразуемых байтов по 8 bit каждый;
n - число кортежей длины m bit.

9.3 Для различных вариантов модуляции M-QAM соответствующие значения коэффициентов преобразования байтов в символы должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2 - Значения коэффициентов преобразования

Модуляция	m	n	k	$8k = n \cdot m$
16-QAM	4	2	1	8
32-QAM	5	8	5	40
64-QAM	6	4	3	24
128-QAM	7	8	7	56
256-QAM	8	1	1	8

9.4 Минимальный цикл преобразования в k = 1 byte соответствует видам модуляции 16-QAM и 256-QAM. При модуляции 256-QAM байты и кортежи совпадают.

9.5 В каждом случае старший значащий бит кортежа Z должен быть взят из MSB в байте V. Соответственно, следующий значащий бит кортежа должен быть взят из следующего значащего бита в байте. Кортеж Z передается прежде, чем кортеж Z+1. Процесс преобразования с использованием модуляции 64-QAM (m = 6, k = 3 и n = 4) показан на рисунке 5. В начале преобразования MSB кортежа b_5 должен соответствовать старшему разряду из последовательности байтов b7 и далее в том же порядке. При m < 8 каждый байт входит более чем в один кортеж.

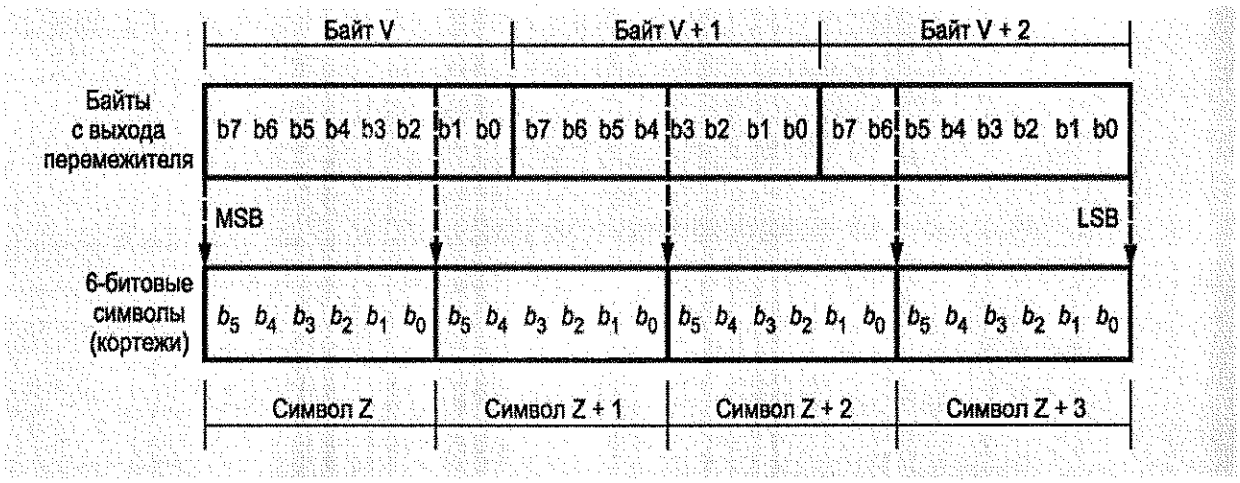


Рисунок 5 - Процесс преобразования байтов в кортежи при модуляции 64-QAM

9.6 Для устранения потерь информации из-за скачков фазы несущей в цифровой кабельной системе должно применяться дифференциальное кодирование двух старших разрядов кортежа (A_k и B_k) с целью получения сигнального созвездия QAM, не зависящего от вращения несущей. Закон дифференциального кодирования двух старших разрядов должен определяться следующими логическими выражениями:

$$I_k = (\overline{A_k \oplus B_k})(A_k \oplus I_{k-1}) + (A_k \oplus B_k)(A_k \oplus Q_{k-1}), \quad (6)$$

$$Q_k = (\overline{A_k \oplus B_k})(B_k \oplus Q_{k-1}) + (A_k \oplus B_k)(B_k \oplus I_{k-1}), \quad (7)$$

где: A_k и B_k - старшие разряды кортежа;

I_k и Q_k - старшие разряды кортежа после дифференциального кодирования; индекс k относится к текущему такту преобразования, а индекс (k – 1) - к предшествующему такту.

9.7 Менее значащие q = m- 2 битов кортежа (q = 2, 3, 4, 5, 6 для 16-, 32-, 64-, 128-, 256-QAM соответственно) определяют номер точки, повторяясь в каждом квадранте, и не подвержены искажениям из-за случайных фазовых сдвигов на значение, кратное $\pi/2$.

9.8 Пример структурной схемы устройства, реализующего дифференциальное кодирование и отображение байтов в символы M-QAM, показан на рисунке 6.

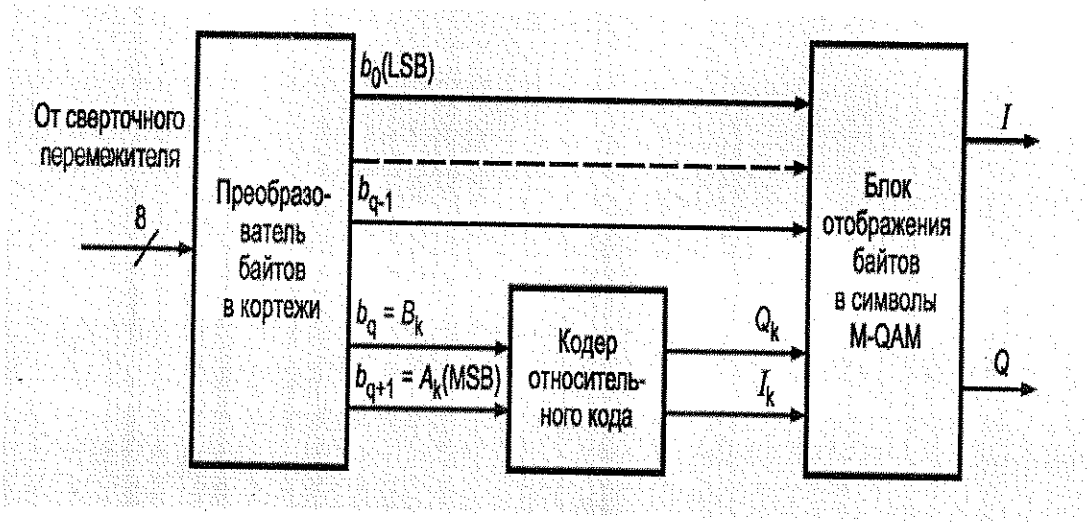


Рисунок 6 - Пример реализации дифференциального кодирования и отображения байтов в символы M-QAM

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA
VA SERTIFIKATLASHTIRISH MILLIY
TASHKILOTI TOMONIDAN NASHR
UCHUN TAYYORLANDI

10 Квадратурные диаграммы сигналов и формирование спектра

10.1 В системе кабельного цифрового телевизионного вещания должна применяться квадратурная амплитудная модуляция M-QAM с числом значащих позиций M, равным 16, 32, 64, 128 или 256.

10.2 Квадратурные диаграммы сигналов (сигнальные созвездия), отображающие полную совокупность сигналов, передаваемых в цифровой распределительной системе кабельного телевидения, показаны на рисунке 7 - для модуляции 16-, 32-и 64-QAM, на рисунке 8 - для модуляции 128- и 256-QAM. На рисунках 7 и 8 около каждой точки сигнальных созвездий указаны значения битов соответствующих кортежей.

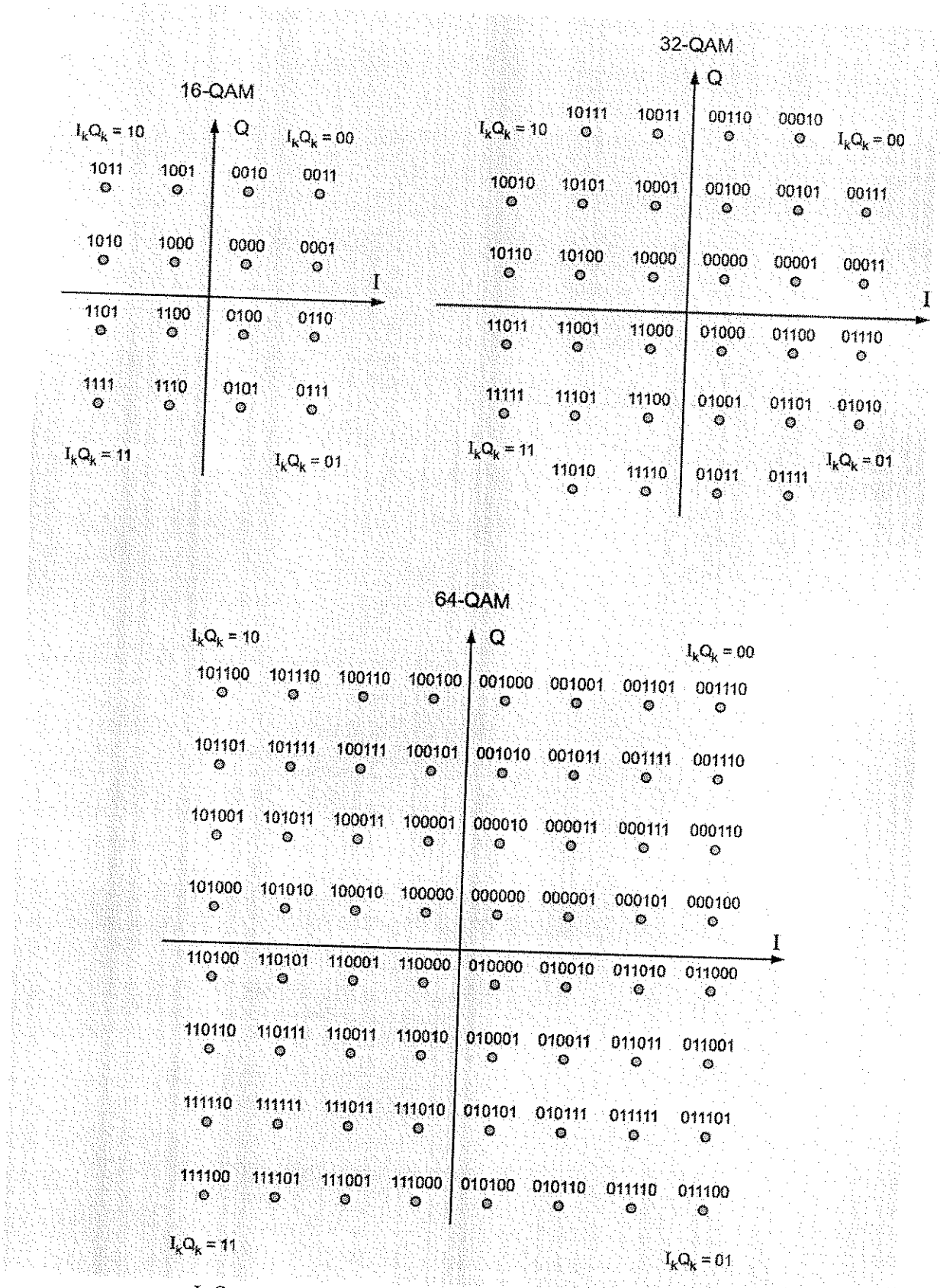
Как показано на рисунке 8, точки созвездия в квадранте 1 могут быть перенесены на квадранты 2, 3 и 4 при помощи изменения двух старших значащих битов (т.е. I_k и Q_k) и при помощи вращения q младших значащих битов в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 - Перенесение точек созвездия квадранта 1 на другие квадранты созвездия

Квадрант	Значения двух старших разрядов кортежа	Фазовый сдвиг
1	00	0
2	10	$+\pi/2$
3	11	$+\pi$
4	01	$+3\pi/2$

Самое меньшее число значащих позиций M модуляции M-QAM, которую должны поддерживать цифровые приемники, составляет M = 64.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH MILLIY
MAZORATI
AXBOROT
JORIY ETISH UCHUN NUSXALASH



$I_k Q_k$ - два старших разряда в каждом квадранте

Рисунок 7 - Квадратурные диаграммы сигналов (сигнальные созвездия) для модуляции 16-, 32- и 64-QAM

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA SERTIFIKATLASHTIRISH AGENTLIGI HUZURIDAGI AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH BO'YICHA MUVOFIQLASHTIRISH

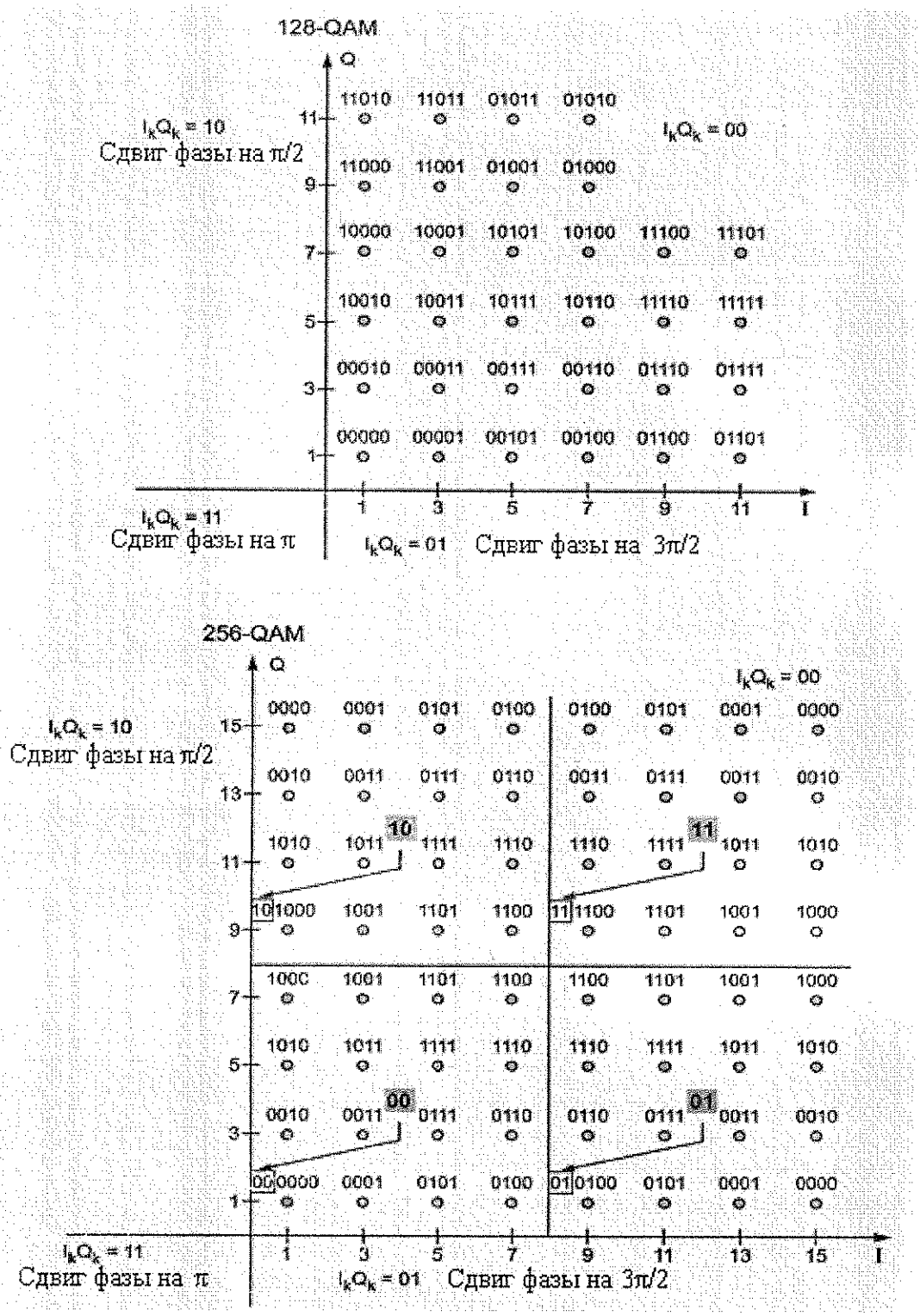


Рисунок 8 - Квадратурные диаграммы сигналов (сигнальные созвездия) для модуляции 128- и 256-QAM

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
TASHQI ISHLAR VAZIRLIGI
AXBOROT-TAHLILIY DEPARTAMENTI

10.3 Квадратурные сигналы I (сигнал синфазен с несущей) и Q (сигнал находится в квадратуре к несущей) с выхода блока отображения байтов в кортежи перед модуляцией и после демодуляции в приемнике должны подвергаться согласованной фильтрации для формирования полного спектра системы с коэффициентом скругления $\alpha = 0{,}15$.

Амплитудно-частотные характеристики формирующих фильтров H(f) в передатчике и в приемнике в области скругления спектра $(1-\alpha)\ f_N \le |f| \le (1+\alpha)\ f_N$ должны соответствовать корню квадратному из полной характеристики спектра системы и выражаться формулой:

$$H(f) = 1 \quad \text{для} \quad |f| < f_N(1-\alpha)$$

$$H(f) = \left\{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sin\frac{\pi}{2f_N}\left[\frac{f_N - |f|}{\alpha}\right]\right\}^{1/2} \quad \text{для} \quad f_N(1-\alpha) \le |f| \le f_N(1+\alpha) \qquad (8)$$

$$H(f) = 0 \quad \text{для} \quad |f| > f_N(1+\alpha) \qquad f_N = \frac{1}{2T_s} = \frac{R_s}{2}$$

где: f - текущая частота модулирующего сигнала в основной полосе;
f_N - частота Найквиста;
α - коэффициент скругления спектра;
T_S - длительность символа модулирующего сигнала.

10.4 Неравномерность АЧХ r_m формирующих фильтров по формуле (8) в полосе прозрачности и на частоте Найквиста не должна превышать 0,4 dB. Шаблон амплитудно-частотной характеристики формирующих фильтров Найквиста приведен в приложении С.

O'ZBEKISTON STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA SERTIFIKATLASHTIRISH AGENTLIGI

Приложение А
(справочное)

Категории головных станций и элементов линейной сети

Таблица А.1 – Категории головных станций, нормы на параметры головных станций

Наименование параметра	Значение параметра		
	Первая категория	Вторая категория	Третья категория
1 Отношение радиосигнала изображения к одночастотной помехе комбинационных частот третьего порядка $IMA_{III(K)}$, обусловленной взаимодействием радиосигналов изображения, звукового сопровождения и цветовой поднесущей, dB, не менее	66	54	54
2 Эффективность автоматической регулировки усиления при изменении уровня напряжения радиосигнала изображения на входе головной станции в диапазоне входных уровней должна обеспечивать изменение уровня радиосигнала на выходе, dB, не более	1	2	4
3 Затухание несогласованности со стороны входа (выхода), dB, не менее	Группа исполнения (таблица А.3)		
	A	B, C	D
4 Отклонение значения несущей частоты от номинального значения, kHz, не более: - радиосигнала изображения; - радиосигнала ОВЧ ЧМ вещания	 ± 50 ± 12	 ± 75 ± 12	 ± 250 -
5 Отклонение значения разности несущих частот радиосигналов изображения и звукового сопровождения от номинального значения, kHz, не более (при модуляции)	± 5	± 15	-
6 Разность уровней напряжения радиосигналов изображения на выходе, dB, не более: - в смежных каналах; - в несмежных каналах	 2 3	 2 3	 - 5

Таблица А.2 – Категории элементов линейной сети, группы исполнения затухания несогласованности

Тип оборудования	Группа исполнения (таблица А.3)		
	Первая категория	Вторая категория	Третья категория
1 Усилители	B	C	-
2 Распределители	A	B	C
3 Ответвители	A	B	C
4 Абонентские розетки: - по входу и выходу (для проходных розеток); - по выходу радиосигналов вещательного телевидения		B C	

Таблица А.3 - Нормы на затухание несогласованности

Группа исполнения	Полоса частот, MHz	Норма, dB
A	5 – 40 40 – 1000	≥ 22 ≥ 22 - 1,5 dB / oct, но ≥ 14
B	5 – 40 40 – 1000	≥ 18 ≥ 18 - 1,5 dB / oct, но ≥ 10
C	5 – 40 40 – 1000	≥ 14 ≥ 14 - 1,5 dB / oct, но ≥ 10
D	5 – 1000	≥ 10

O'ZBEKISTON STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA SERTIFIKATLASHTIRISH DAVLAT AGENTLIGI

Приложение В
(справочное)

Дополнительные каналы распределения радиосигналов, разрешенные в кабельных распределительных сетях

Таблица В.1 - Специальные каналы распределения

Наименование диапазона частот	Обозначение радиоканала	Номинальная полоса частот радиоканала, MHz	Номинальная частота несущей, MHz	
			изображения	звукового сопровождения
Каналы распределения ниже III частотного телевизионного диапазона	СК 1	110,0 - 118,0	111,25	117,75
	СК 2	118,0 - 126,0	119,25	125,75
	СК 3	126,0 - 134,0	127,25	133,75
	СК 4	134,0 - 142,0	135,25	141,75
	СК 5	142,0 - 150,0	143,25	149,75
	СК 6	150,0 - 158,0	151,25	157,75
	СК 7	158,0 - 166,0	159,25	165,75
	СК 8	166,0 - 174,0	167,25	173,75
Каналы распределения выше III частотного телевизионного диапазона	СК 11	230,0 - 238,0	231,25	237,75
	СК 12	238,0 - 246,0	239,25	245,75
	СК 13	246,0 - 254,0	247,25	253,75
	СК 14	254,0 - 262,0	255,25	261,75
	СК 15	262,0 - 270,0	263,25	269,75
	СК 16	270,0 - 278,0	271,25	277,75
	СК-17	278,0 - 286,0	279,25	285,75
	СК 18	286,0 - 294,0	287,25	293,75
	СК 19	294,0 - 302,0	295,25	301,75
	СК 20	302,0 - 310,0	303,25	309,75
	СК 21	310,0 - 318,0	311,25	317,75
	СК 22	318,0 - 326,0	319,25	325,75
	СК 23	326,0 - 334,0	327,25	333,75
	СК 24	334,0 - 342,0	335,25	341,75
	СК 25	342,0 - 350,0	343,25	349,75
	СК 26	350,0 - 358,0	351,25	357,75
	СК 27	358,0 - 366,0	359,25	365,75
	СК 28	366,0 - 374,0	367,25	373,75
	СК 29	374,0 - 382,0	375,25	381,75
	СК 30	382,0 - 390,0	383,25	389,75
	СК 31	390,0 - 398,0	391,25	397,75
	СК 32	398,0 - 406,0	399,25	405,75
	СК 33	406,0 - 414,0	407,25	413,75
	СК 34	414,0 - 422,0	415,25	421,75
	СК 35	422,0 - 430,0	423,25	429,75
	СК 36	430,0 - 438,0	431,25	437,75
	СК 37	438,0 - 446,0	439,25	445,75
	СК 38	446,0 - 454,0	447,25	453,75
	СК 39	454,0 - 462,0	455,25	461,75
	СК 40	462,0 - 470,0	463,25	469,75

MATBUOT TEXNOLOGIYALARINI

Таблица В.2 - Каналы распределения выше V частотного телевизионного диапазона

Номер радиоканала	Номинальная полоса частот радиоканала, MHz	Номинальная частота несущей, MHz	
		изображения	звукового сопровождения
61	790,0 - 798,0	791,25	797,75
62	798,0 - 806,0	799,25	805,75
63	806,0 - 814,0	807,25	813,75
64	814,0 - 822,0	815,25	821,75
65	822,0 - 830,0	823,25	829,75
66	830,0 - 838,0	831,25	837,75
67	838,0 - 846,0	839,25	845,75
68	846,0 - 854,0	847,25	853,75
69	854,0 - 862,0	855,25	861,75

O‘zbekiston standartlashtirish, metrologiya va sertifikatlashtirish davlat qo‘mitasi axborot texnologiyalari bo‘limi

O'z DSt 3040 2015

Приложение С
(обязательное)

Амплитудно-частотная характеристика фильтра основной полосы

Амплитудно-частотная характеристика формирующих фильтров Найквиста в передатчике и в приемнике по формуле (8) в основной полосе сигнала системы кабельного цифрового телевизионного вещания должна соответствовать шаблону, приведенному на рисунке С.1. Соответствие шаблону рассматривается как минимальное требование при воплощении формирующего фильтра. Шаблон учитывает не только возможные конструктивные ограничения цифрового фильтра, но также и искажения, возникающие при аналоговой обработке сигналов в системе (например: при цифроаналоговом преобразовании; при аналоговой фильтрации и т. п.).

Значение неравномерности АЧХ r_m формирующего фильтра по формуле (8) в полосе прозрачности фильтра до $(1 - \alpha)\ f_N = 0{,}85 f_N$ и на частоте Найквиста f_N не должно быть более 0,4 dB. Глубина подавления в полосе задерживания фильтра по формуле (8) должна быть не менее 43 dB.

Формирующий фильтр должен иметь линейную фазочастотную характеристику с неравномерностью группового времени задержки в полосе до частоты Найквиста f_N не более $0{,}1T_S$.

Примечание - Значения неравномерности АЧХ в полосе пропускания и глубины подавления в полосе задерживания, приведенные в настоящем приложении, являются ориентировочными и могут быть в последствии уточнены.

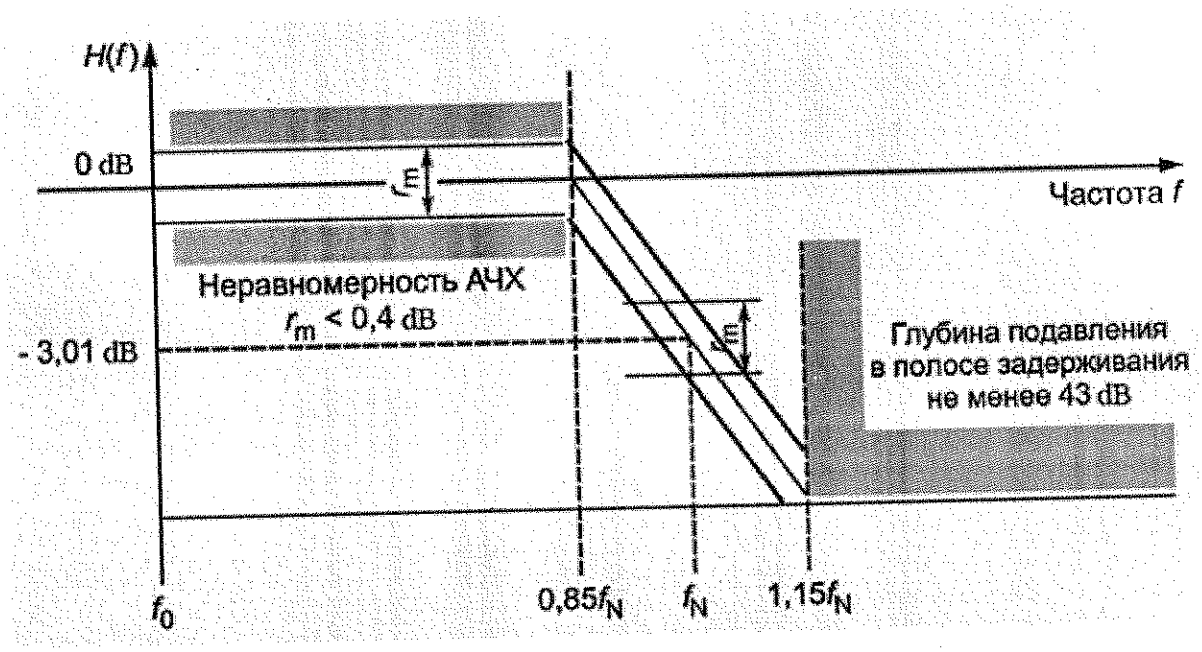


Рисунок С.1 - Шаблон амплитудно-частотной характеристики формирующих фильтров Найквиста

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH DEVLAT
NAZORATI MUKOFOTLANTIRILSIN

УДК 621.397 ОКС 33.170 Э 30

Ключевые слова: цифровое телевизионное вещание, система кабельного цифрового телевизионного вещания, мультиплексирование, модуляция, технические требования

O ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH DAVLAT
KAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH
INSTITUT TEXNOLOGIYALARINI

O‘z DSt 3040 2015

Заместитель директора
ГУП «UNICON.UZ» _____ А.Кадиров

Начальник
научно-исследовательского
департамента развития
телекоммуникационный
инфраструктуры _____ З.Хусанов

Инженер II категории
службы анализа
электромагнитной
совместимости _____ Н.Абидова

Нормоконтроль _____ Л.Шаймарданова
25.12.2015

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления
развития телекоммуникационной
инфраструктуры
Министерства по развитию
информационных технологий
и коммуникаций Республики
Узбекистан

Ю.Камалов
письмо от 03.09.2015
№ 20-8/4858

Начальник отдела
регулирования
использования
радиочастотного спектра
Министерства по развитию
информационных технологий
и коммуникаций Республики
Узбекистан

А.Гатаулина
письмо от 03.09.2015
№ 29-3-8/4855

СОГЛАСОВАНО

Начальник Государственной
инспекции по надзору в сфере
связи, информатизации и
телекоммуникационных
технологий

Ф.Умарходжаев
письмо от 26.08.2015
№ 32-13/1009

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA
SERTIFIKATLASHTIRISH DAVLAT
QO‘MITASI TERMINOLOGIYA MARKAZI