МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА

Кафедра Телекоммуникационных сетей и систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой
_Темырканова Э.К. доктор PHD_____
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
«_____»_____**20__ г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Системы сжатия сигнала в цифровом телерадиовещании
Специальность5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации_____
Выполнил (а) ___Нурхан А.__РЭТ-16-5_____
Научный руководитель_____Артюхин В.В, доцент_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

Консультанты:

по технической части: **к.т.н. Доц. Артюхин В.В.**_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

по экономической части:
_к.э.н. профессор, доктор Ибришев Н.Н_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
доцент Бекбасаров Ш. Ш _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

по используется по вычислительной техники:
к.т.н. Доц. Артюхин В.В.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

Нормоконтролер:_____доцент MOS **Гармашова Ю.М**_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

Рецензент:_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20___г.
(подпись)

Алматы 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА

Институт космической инженерии и телекоммуникаций (ИКИТК)

Специальность Радиотехника, электроника и телекоммуникаций

Кафедра Телекоммуникационных сетей и систем

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент _____ Нұрхан Аркен Серікұлы.
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Системы сжатия сигнала в цифровом телерадиовещании
утверждена приказом ректора № 147 от «11» ноября 2019 г.
Срок сдачи законченной работы «25» мая 2020 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта:
- Двоичная система счисления с основанием 2;
- Система моделирования динамических систем Matlab/Simulink;
- Метод стандарта сжатия аудио и видео сигналов MPEG – 2;
- Структурная схема плана помещения при автоматическом пожаротушении на телевизионной студии;
- Алгоритм сжатия речевого сигнала в среде Matlab/Simulink;
- Параметры и показатели работ, проведенных для экономического расчета проектируемой цифровой сети;
- Количество дымовых пожарных извещателей, необходимых для выполнения

Перечень подлежащих конструировании дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1) Тенденции в области цифрового телерадиовещания
2) Формирование цифрового потока по методу MPEG – 2
3) Моделирование речевых сигналов в среде MATLAB/Simulink
4) Расчет экономической эффективности проектируемой цифровой сети
5) Гидравлический расчет пожаротушения на основе преобразователей ДИП - 31

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1.Цели и задачи дипломного проекта
2.Актуальность работы
3. Принцип многогранной передачи в системах
4. Главные параметры системы с модуляцией COFDM
5. Преобразование данных и ТВ – сигналов в передатчике DVB – T
6. Структурная схема кодера – декодера
7. Формирование полей блоки при полевом ДКП
8. Обработка многоканального звукового сигнала в кодере и декодере MPEG – 2
9. Схема работы автоматического газового пожаротушения
10. Структурная схема дымовых преобразователей
11. Экономическая часть. Расчет экономической эффективности проектируемой цифровой сети
12. Гидравлический расчет автоматического пожаротушения на основе дымовых пожарных преобразователей ДИП - 31

Рекомендуемая основная литература

1. Мамаев Н.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. Цифровое телевидение/Под ред. Н.С.Мамаева. –М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 180 с.

2. Локшин Б.А. Цифровое вещание: от студии к телезрителю. –М.: Компания Сайрус системс, 2001.

3. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.

4. Севальнев Л.А. Эфирное вещание цифровых телевизионных программ со сжатием данных//Теле-Спутник. - 1998. - № 10. - С. 56-64.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Сец часть	Елизарова Е.Ю	25.05.2020	Елизарова
Экономика	Ибришев Н.Н	25.05.2020	Ибришев
БЖД	Бекбасаров Ш. Ш	25.05.2020	Бекбасаров
Выч. Техника	Елизарова Е.Ю	25.05.2020	Елизарова
Нормоконтроль	Гармашова Ю.М.	28.05-30.05.20	Гармашова

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Общие концепции цифрового передачи по тв каналу	13.01.-15.02.2020	
2	Формирование цифрового потока по методу MPEG – 2	25.01.-30.01.20	
3	Усовершенствованные алгоритмы полосного кодирования	2.02-20.02.2020	
4	Уровни и профили метода MPEG – 2	22.02-01.03.2020	
5	Принципы обеспечения синхронизации цифровых потоков в пункте MPEG – 2	02.3.20-01.04.20	
6	Метод представления медиа – объектов MPEG – 4	2.4.20-20.04.20	
7	Моделирование и исследование речевых сигналов. Разработка структуры и алгоритма для защиты речевого сигнала в среде Matlab / Simulink	21.04.20-10.05.20	
8	Основы безопасности и жизнедеятельности	10.04.20-25.05.20	
9	Экономическая часть	1.04.20-25.05-20	

Дата выдачи задания «_19_»____октября____2019 г.

Заведующий кафедрой_____Темырканова Э.К_____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ _ Артюхин В.В._____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Нурхан А.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Диссертациялық жұмыста сөйлеу сигналының негізгі көрсеткіштері зерттелінді. Зерттеу барысында дикторлардың үш тілдегі моделдері алынды. Әрбір модель үшін уақыттық мәндері және жиіліктік, фонемдық мәндері зерттелінді. Оған қоса, үш модельдің сызықтық-кодтық мәндері алынынып зерттелінді. Алынған зерттеулердің негізінде барлық модельдер бойынша талдау жасалып, салыстырмалы кесте негізінде көрсетілді. Кездейсоқ сандар генераторын пайдалана отырып, сөйлеу сигналынның көп деңгейлі кодердің қорғауына арналған құрылымдық схемасы мен есептеу алгоритімі өңделді.

Аннотация

В данной диссертационной работе проведены исследования основных характеристик речевого сигнала. Получены модели дикторов на трех языках. Для каждой модели проведены исследования временных, частотных фонемных значений, также получены линейно-кодовые значения для каждой модели. По полученным разработчикам проведен сравнительный анализ для всех моделей. Разработана структурная схема и алгоритм для многоуровневой защиты речевого сигнала с улучшением генератора псевдослучайных чисел.

Annotation

In this dissertation job, the main indictors of the speech signal were studied. Speaker models are available in three languages. For each model, studies of temporal, frequency phonemic values have been carried out, and linear-code values for each model have also been obtained. According to the results obtained, a comparative analysis was carried out for all models. A block diagram for multilevel protection of a speech signal using a pseudo-random number generator was developed.

Содержание

Введение 7
1 Общие концепции цифрового передачи по тв каналу 8
1.1 Выявленные концепции в области цифрового передачи по тв каналу 8
1.2 Алгоритмы сжатия в наземных радиоканалах 15
2 Формирование цифрового потока по методу MPEG – 2 22
2.1 Составные части метода MPEG – 2 22
2.2 Усовершенствованные алгоритмы полосного кодирования
2.3 Уровни и профили метода MPEG – 2 27
2.4 Принципы обеспечения синхронизации цифровых потоков в пункте MPEG – 2 32
2.5 Метод представления медиа – объектов MPEG – 4 35
3 Моделирование и исследование речевых сигналов 41
3.1 Разработка структуры и алгоритма для защиты речевого сигнала в среде Matlab / Simulink 41
4 Основы безопасности и жизнедеятельности 51
4.1 Гидравлический расчет автоматического пожаротушения на основе дымовых пожарных преобразователей ДИП – 31 51
5 Экономическая часть 57
5.1 Расчет экономической эффективности проектируемой цифровой сети 57
Заключение 62
Список литературы 63
Приложение А Справка антиплагиата
Приложение Б Электронная версия ДП и демонстрационные материалы (CD – R)
Приложение В Раздаточные материалы (формат А4 – листов 12)

Введение

В настоящее время можно выделить три категории развития систем передача по телевизионному каналу (ТВ):

а) первое - быстрый рост числа коллективных и собственных установок спутникового передача по ТВ каналу;

б) второе - создание широкополосных основополагающих сетей кабельного телевидения в полосе 5-862 МГц, способных предоставить телезрителю до 100 и более ТВ программ; MMDS, LMDS, MVDS (многоканальные микроволновые, локальные многоточечные системы распределения).

В каждом из этих трех категорий наметилась устойчивая тенденция к переходу на цифровые методы передачи. Продуктивно внедряются коллективные приемные установки, объединяющие все указанные выше виды каналов.

Переход к современно развитым методам передачи телевизионных сигналов по спутниковым каналам можно считать свершившимся фактом.

Достижения в области микроэлектроники позволили крупным фирмам получить существенного выгодной эффективности пользовательских свойств оборудования для непосредственного спутникового передачи по тв каналу и 2-3-кратного снижения цены индивидуальной установки.

Таким образом, прогресс в прямом кодировании спектра телевизионных сигналов при устранении в них избыточности (например, метод MPEG и др.) и новейшие достижения в области микроэлектроники позволили сделать буквально революционный скачок в развитии телевизионных технологий

Современно быстро растущее представляет собой информационную технологию XXI века, так как дает:

- перейти от множества телевизионных методов (на сегодня в эксплуатации имеется более 40, включая NTSC, PAL, SECAM) к единому цифровому;
- унифицировать передающую студийную и приемную аппаратуру;
- в абонентских терминалах (телевизорах) плавно перейти от приема аналоговых к современно развитым, путем развития на первом этапе специальных приставок-декодеров, преобразующих цифровые сигналы в аналоговые;
- обеспечить передачу изображений повышенного качества, а также телевидения высокой четкости, многопрограммного и стереоскопического телевидения;
- реализовать интерактивную связь.

1 Общие характеристики передачи по тв каналу

1.1 Выявленные тенденции в области цифрового передачи по ТВ каналу

Цифровое радиовещание – это метод радиовещания, основанная на переходе аудиовизуальной за счет потоков битов. Радиовещательный сигнал состоит из видеоданных, аудиоданных, а также включает в себя такие характеристики передачи данных, как телетекст, субтитры (скрытые титры) или электронная программа телепередач (EPG). Кроме того, передаются описательные и технические данные для идентификации программ и выбора работы приемника (например, сведения о радиовещательной станции, применяемых системах сжатия видео- и аудиоданных, расположении звуковых каналов или управляющих данных для основополагающих функций, формате кадра и многие другие сведения). В радиовещательный обработанный сигнал также могут быть включены характеристики доступа, такие как голосовое сказание или видеоинформация сурдо перевода. В современном радиовещании используется ряд технологий, которые в совокупности дают возможность создавать радиовещательный сигнал и доставлять его конечным консультантам[3].

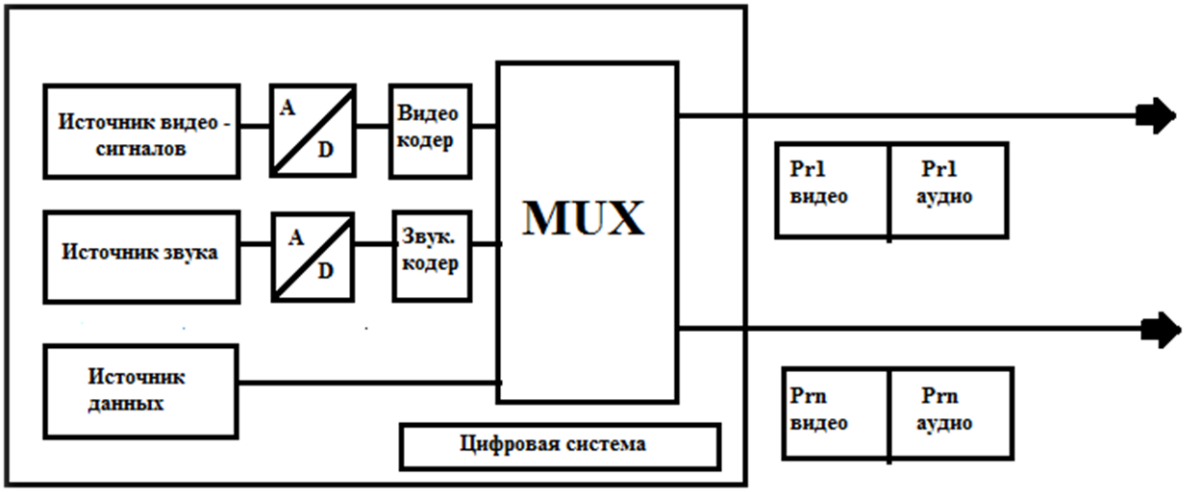
Одной из важных новшеств радиовещания является функциональная совместимость. Различные системы или элементы систем могут быть взаимосвязаны друг с другом, если они совместимы, то есть используют согласованные функции. Таким образом системы цифрового телевидения состоят из двух основных структур:

– общие элементы – это элементы, которые имеется независимо от системы доставки (наземная, кабельная, спутниковая). Они могут общее аппаратное программное обеспечение и делают простым, и делают дешевле создание поддерживающих различные системы приемников доставки программ. Ярким наглядным воображением таких общих технологий служат системы сжатия видео- и аудио сигналов;

– элементы для точных используется – это специфические элементы, например, модуляторы, демодуляторы для спутникового и наземного телевидения.

В системах аналогового радиовещания сигналы изображения и звукового сопровождения любой программы передаются по одному в частотных каналах согласно принципу, когда сигнал одной программы занимает всю полосу пропускания канала [1].

В системах цифрового радиовещания используется режим в одно и то же время передачи в одном частотном канале потоков данных, содержащих пакеты, полученные из аудио- и видеоданных одной или нескольких



программ (Pr.1, Pr.2, … Pr.n), и дополнительных потоков данных с виртуальной сегментацией по времени и по ширине (рисунок 1.1).

Рисунок 1.1 - Принцип многогранной передачи в системах цифрового вещания

Появилась случай обеспечить одновременную передачу структур нескольких программ с использованием технологий цифровой обработки сигналов, цифровой связи и, в частности, специальных методов сокращения объема данных на основе избыточности для определенного типа медиа данных (визуальная избыточность, психо - акустическая избыточность, статистическая избыточность и т.д.). Комбинированное использование всех этих технологий дает все лучше и эффективнее могут радиочастотный спектр и, следовательно, существенно уменьшить пропускную способность канала, необходимую для передачи данных.

Переход к современно развитым методам передачи обычно, связывают с резким улучшением качественных характеристик видеоизображения. Это действительно справедливо для спутниковых и кабельных каналов, где аддитивные и мультипликативные помехи (наложенные от других источников), вовсе не существуют.

В наземных каналах передачи по тв каналу, особенно в больших городах с многоэтажной застройкой мультипликативные помехи иногда резко ухудшают показатель функционирования изображений, а в ряде случаев могут быть причиной образования, так называемых "мертвых" зон, где качественный прием передач местного телецентра, вовсе невозможен. Эти помехи особенно существенно мешают при приеме сигналов на слабонаправленные антенны, т.е. в тех случаях, когда прием ведется на переносные или подвижные телевизионные и радиовещательные терминалы.

При конструировании метода на цифровое телевизионное вещание в наземных сетях высококвалифицированными специалистами ряда стран были

проведены очень серьезные исследования по уменьшению влияния мультипликативных помех.

Таким образом, с большинством n в соотношении 2n количество дискретных потоков, при одной и той же скорости передачи в заданной полосе канала, возрастает пропорционально числу n, где n - 0, 2, 3,..., 8. Число n = 8 соответствует системе КАМ-256, которая пока еще не нашла широкого практического используется. Ортогональность в предложенном пункте модуляции дает исключить перекрытие спектров двух соседних несущих и тем самым свести к минимуму влияние двух соседних каналов. Условие ортогональности решается, если частотный разнос между несущими $f_к$ и f_{K+1} будет равен величине обратной длительности символа рабочего промежутка $Т_и$,

$$\Delta f = f_{k+1} - f_k = \frac{1}{Т_и}. \tag{1.1}$$

Математически ортогональность приходится как интеграл от произведения спектров двух модулированных несущих за время $Т_и$, который приравнивается нулю.

Техническая реализация изложенного метода модуляции выражается в том, что в данном пункте рассмотрены две модификации, обозначаемые как 2К и 8К.

Физически можно наблюдать, что чем длиннее рабочий промежуток, тем больше защитный промежуток и система в целом лучше и эффективнее защищена от эхо сигналов [2].

Вместе с большинством числа, несущих усложняется декодер, согласованный для системы 8К используется функция с двоичной емкостью 2^{13} = 8192, а это влечет за собой и повышение стоимости абонентского телевизионного приемника. Поэтому модификация приемника 2К с функция в декодере 2^{11} = 2048 может оказаться приемлемой существенно большим слоям населения в том числе и со средним достатком. В таблице 1.1 даны главные параметры системы с модуляцией COFDM [4].

Двум модификациям 8К и 2К соответствуют различные величины частотных разносов, несущих в радиочастотном спектре COFDM; соответственно 1116 и 4464 Гц. Рабочая ширина полосы спектра радиоканала в обоих случаях будет точно такой же и равной 7,61 МГц. В полосе, данной для аналогового телевизионного радиоканала 8 МГц, разнос между соседними каналами системы цифрового телевидения составляет 0,39 МГц.

Таким образом, общая ширина спектра радиоканала цифрового телевидения в наземных системах телевещания однозначно соответствует ширине полосы аналогового телевидения в пункте с разложением в 625 строк (SECAM, PAL).

Данные о параметрах систем с модуляцией COFDM приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Главные параметры системы с модуляцией COFDM

Модификация	8К	2К
Длительность рабочего промежутка, мкс	896	224
Число несущих в спектре группового сигнала	6817	1705
Частотный разнос несущих, Гц	1116	4464
Ширина радио спектра группового сигнала, МГц	7,61	7,61
Относительная длительность защитного промежутка	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Длительность защитного промежутка Dt, мкс	224, 112, 56, 28	56, 28, 14, 7
Длительность символа сообщения, мкс	1120, 1008, 952, 924	280, 252, 238, 231
Территориальный разнос между передатчиками в одночастотной сети, км	67; 34; 17; 8,4	17; 8,4; 4,2; 2

Для сетей с современно развитыми методами передачи пока точно такой же методики не имеется. По-видимому, в ближайшие 5-10 лет в нашей стране будут существовать как передатчики аналогового, так и цифрового передачи по тв каналу. Можно лишь общие соображения, по вопросу электромагнитной совместимости этих двух систем. При цифровом телевидении существенно уменьшается мощности передатчиков, а с учетом равномерно спектра цифровых сигналов с модуляцией CQFDM, помехи от них аналоговым сигналам будут незначительны. В то же время цифровые сигналы имеют высокой устойчивостью к помехам, создаваемым аналоговыми системами. Поэтому условия электромагнитной совместимости этих двух видов систем телевещания исполнять существенно легче, чем при координации сетей с аналоговыми методами передачи.

Для устойчивой работы приемного устройства в условиях помех и передачи сложных мультиплексированных потоков рассмотрены следующие синхронизирующие и управляющие сигналы:

- для фазовой подборки несущих частот демодулятора;
- правильного такта синхронизации демодулятора;
- для оценки условия радиоканала;
- для управления демодулятором в случае замены режимов модуляции 8К или 2К.

На системы синхронизации и управления приемным устройством выделяется в модификации 8К - 769, а в 2К - 193 опорных несущих частоты,

которые по сравнению с информационными несущими передаются с повышенной на 2,5 дБ мощностью. Эти фиксированные несущие модулируются опорной псевдослучайной последовательностью.

Увеличение мощности имеет предел за счет перехода на бинарную фазовую манипуляцию (2-ФМ). Из общего числа 769 (8К) и 193 (2К) фиксированных несущих на автоматическую подстройку фазы опорного сигнала в демодуляторе и тактовую синхронизацию выделено 177 и 45 несущих. Сигналы управления демодулятором в режиме 8К передаются на 68 несущих, а в режиме 2К - на 17 несущих.

Помехоустойчивость сжатого цифрового ТВ сигнала за счет удаления информационной избыточности ниже даже по сравнению с аналоговым сигналом. Однако в настоящее время существуют весьма прогрессивные методы помехоустойчивого кодирования, которые достаточно продуктивно в системах цифрового передачи по тв каналу.

Внутреннее кодирование (блок 10) в системе DVB-T выполняется за счет сверхточных кодов. При сверхточном кодировании информация делится на блоки, содержащие несколько битов, к которым добавляются проверочные биты, образуя новые блоки называемые кадрами. В сверхточном коде 1/2 на каждый информационный сигнал преобразован один проверочный символ, а в коде 7/8 на семь информационных символов вводится один проверочный. Естественно, что код 1/2 имеет более высокую степень защиты от ошибок, чем код 7/8, но при этом на выходе кодера скорость цифрового потока увеличивается вдвое, а в коде 7/8 всего лишь на 11 ,5%. На рисунке 1.2 представлен рисунок преобразование данных и тв – сигналов в передатчике DVB – T.

1-3 - кодеры MPEG-2 для сигналов видео, аудио и данных;

4 - формирование программного потока MPEG-2;

5 - мультиплексирование;

6 - блок расщепления потока данных, применяемый при переходе;

7 - рандомизирование (скремблер);

8, 9 - внешние кодер и перемножите ли;

10, 11 - внутренние кодер и перемножите ли;

12 - формирование модуляционных символов;

13 - модулятор;

14 - формирование защитных промежутков;

15 - преобразователь частоты вверх;

16 - блок опорных сигналов.

В системе DVB-T перед формированием модуляционных символов производится внутреннее перемежение (блок 11) - функция перемешивания данных, которые модулируют различные несущие. Формирование модуляционных символов и модуляция формируется в блоках (12, 13). Несмотря на то, что система DVB-T теоретически дает могут метод модуляции из ряда QPSK (4-ФМ), 8-ФМ, 16-КАМ, 32-КАМ, 64-КАМ, но в реальном оборудовании (например, в аппаратуре фирмы Юник-Канада)

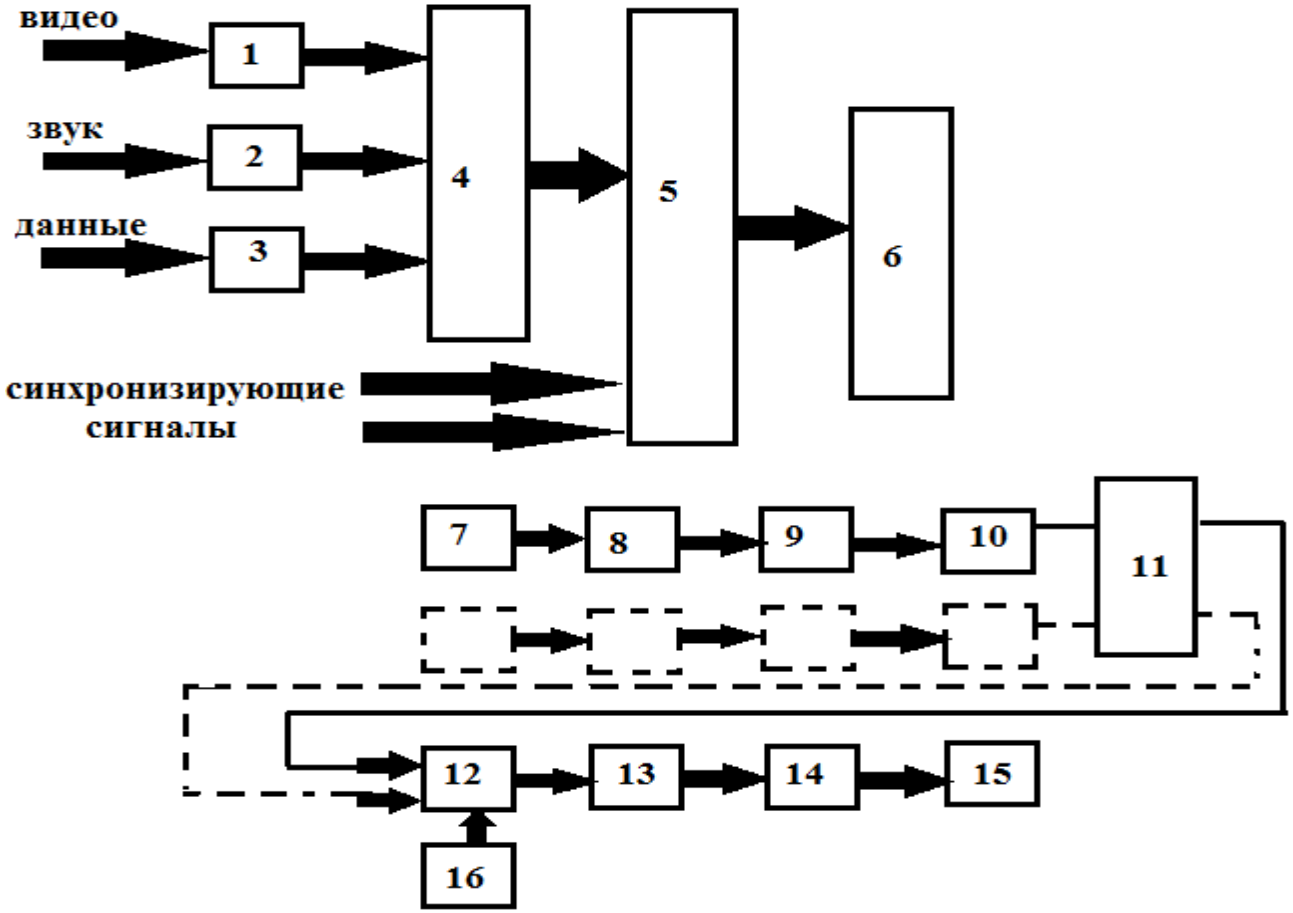


Рисунок 1.2 - Преобразование данных и ТВ – сигналов в передатчике DVB - T

используется метод модуляции 4-ФМ. При этом упрощается переход от спутниковых каналов, использующих сигналы с модуляцией 4-ФМ, к наземным и имеет предел высокое показатель функционирования ТВ сигнала при пороговом отношении сигнал-помеха на входе приемника в пределах 5…6 дБ.

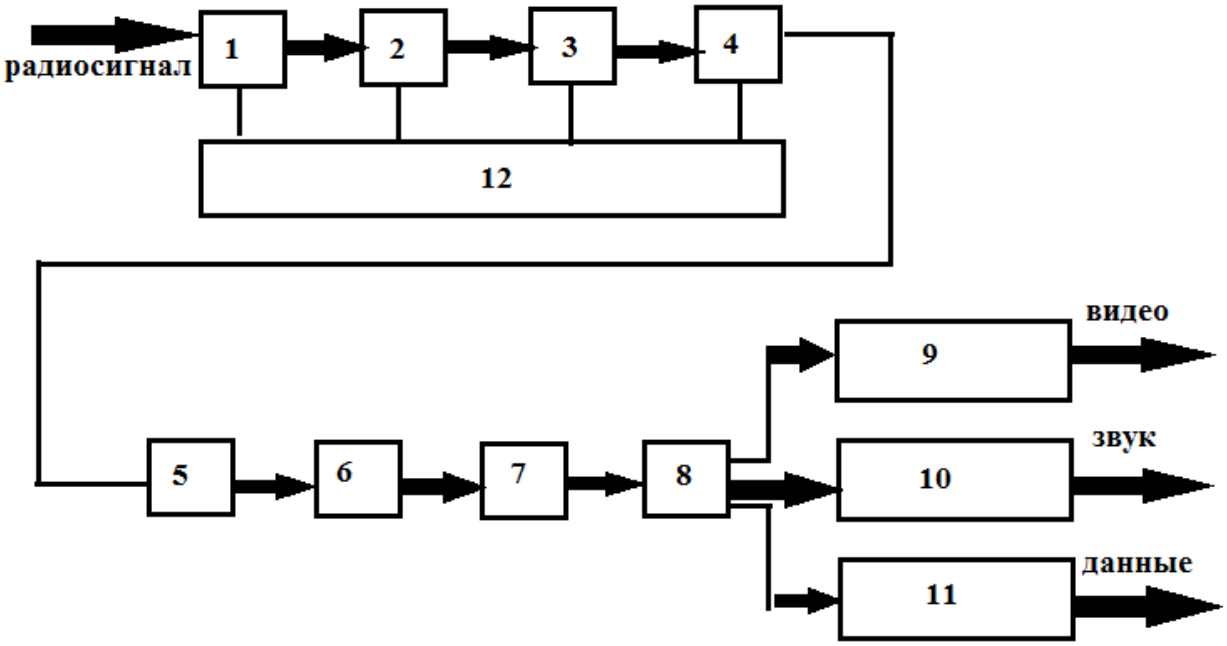


Рисунок 1.3 - Преобразование сигналов и данных в приемнике DVB – T.

На рисунке 1.3 представлено преобразование сигналов, в котором

– 1 - преобразование частоты вниз;
– 2- демодулятор COFDM;
– 3, 4 - обратные внутренние перемножители и декодер;
– 5-6 - обратные внешние перемножители и декодер;
– 7 - дескремблер;
– 8 - демультиплексор;
– 9-11 - декодеры сигналов видео, звука и данных;
– 12 - блок синхронизации и оценки характеристик канала и надежности данных.

В блоке 14 формируется защитный промежуток передаваемого цифрового сигнала и далее (блок 15) преобразование на частоту радиосигнала. Структурная схема процесса сигналов и данных в приемнике системы DVB-T приведена на рисунке 1.2. В соответствии со схемой можно наблюдать, что в приемнике осуществляются обратные процесса цифровых сигналов, а именно после процесса частоты принятого радиосигнала на промежуточную (блок 1) - демодуляция (блок 2) - внешнее и внутреннее обратные перемежения и декодирование (блоки 3-6), дерандомизация (блок 7),

демультиплексирование (8) и наконец в декодерах видео, звука и данных (блоки 9-11) можно выделить аналоговые видео-, аудиосигналы и данные.

В любой системе наземного ТВ, в том числе и DVB-T, очень главным элементом системы являются антенные устройства.

В ТВ системах, использующих метод ATSC, компрессированный цифровой поток видео- и аудиосигналов формирует по амплитуде несущую, (8-VSB или16-VSB - Vestigal Side Band). В кабельных и радиорелейных линиях связи использование могут сигналы 16-VSB, а в наземном вещании 8-VSB. К настоящему времени в Европе пионером развития метода DVB-T является Англия, а на других материках Австралия и Япония. Причиной такого медленного развития цифрового телевидения по системе DVB-T является относительная сложность и стоимость абонентского терминала - цифрового телевизора потребления.

1.2 Преобразование звуковых сигналов в цифровую форму

1.2.1 Двухканальный и многоканальный звуковой сигнал. Способность человеческого слуха слушать и слышать пространственное положение звуковых объектов — бинауральный эффект — долгое время не применялась в телевизионном вещании, да и сейчас скорее является исключением, чем правилом. Лишь немногие республики ведут эфирное ТВ вещание со стереозвуковым сопровождением. Пионерами здесь оказались звуковое вещание и кинематограф. С выходом в УКВ диапазоне стереовещания с частотной модуляцией (ЧМ) и шумоподавлением звуковое вещание заметно приблизилось к пределу качества аналоговых систем. В кинематографе создание системы шумоподавления Dolby позволило уменьшить ширину оптической дорожки для записи звука на киноленте и разместить вместо одной дорожки две — появилась случай записи двухканального стереозвука. Однако при наличии двух динамиков — правого и левого — стереоэффект слышался только в небольшой центральной части зала, зрители же, сидящие ближе к одному из динамиков, слышали звук, преимущественно из этого динамика. Такой перекос затруднял восприятие диалогов, и было решено иметь за экраном центральный динамик, на который давал смикшированный сигнал, обеспечивавший «центральное» восприятие диалогов для всей аудитории.

Дальнейшие исследования показали, что два микрофона с кардиоидной диаграммой направленности, размещенные под углом 90°, дают существенно больше данных, чем необходимо для двухканального звука, и эта информация может быть использована путем размещения одного или двух динамиков позади слушателей. Еще один динамик размещался впереди и применялся для воспроизведения сверхнизких частот в полосе до 120 Гц (так называемый сабвуфер). Результирующий многоканальный сигнал обозначили 5.1 (5 полных каналов — центральный C, правый R и левый L передние, правый R_s и левый L_s задние, низкочастотный LFE с информационной емкостью около 0,1 полного). Иногда еще используется форма записи 3/2.

Для выгодной эффективности разделения каналов была разработана система Dolby Pro Logic, использовавшая для этой цели некоторые тонкие эффекты. В частности, учитывались функции человеческого слуха, связанные с ухудшенным различением категории на два источника около равной интенсивности и с преобладанием категории на более мощный источник при неравной интенсивности. Удалось получить разделения между каналами до 35 дБ.

При переходе к цифровому звуку все достижения в области многоканального звука не изменяются и получают дальнейшее развитие. Благодаря гибкости цифрового форматирования легко обеспечить иерархическую передачу, когда из одного и того же цифрового сигнала, содержащего все пункты многоканального звука, декодеры разной сложности выделяют либо двухканальный стереосигнал, либо двухканальный сигнал Dolby Pro Logic с последующим разделением на матрице, либо полный многоканальный сигнал.

В использовании к телевизионному вещанию, в отличие от кинематографа с его большим экраном, имеется противоречие объемного звукового образа с небольшим ТВ изображением. Надо полагать, с выходом ТВ приемников с большим размером экрана и распространением домашних кинотеатров» это противоречие будет постепенно улучшаться.

Отличия в аналого-цифровом преобразовании звуковых сигналов и видеосигналов связаны с функциями человеческого слуха. Если видеосигнал занимает полосу частот до 4...6 МГц, то ухо воспринимает звуки в диапазоне 20 Гц...20 кГц, и частота дискретизации может быть существенно ниже, чем для видеосигнала. Вовсе имеется три номинала частоты: 32 кГц для бытовой инструментов с полосой воспроизводимых частот 30 Гц ... 15 кГц, 44,1 кГц для компакт-дисков (CD) и 48 кГц для профессиональной звуковой инструментов высокого качества с полосой 20 кГц и более. Значение 44,1 кГц сложилось исторически, когда для записи CD мастер-копий использовались видеомагни-тофоны и требовалось, чтобы на строке укладывалось целое число отсчетов. Оказалось, что и для метода разложения 525 строк, и для метода 625 строк частота 44,1 кГц дает размещение ровно трех звуковых отсчетов на строке.

Функциями слуха являются также огромный динамический диапазон слухового восприятия — более 100 дБ — и чувствительность к самым мелким нелинейным искажениям. Для обеспечения высококачественного (качества CD) воспроизведения разрядность квантования должна быть не менее 16 бит/отсчет, для профессиональной инструментов общепринятыми являются значения 18, 20 и даже 24 бита.

В 1992 г. Американское общество звукоинженеров (AES) метод двухканальный звуковой цифровой интерфейс, основанный на основе этих предпосылок (вер-сия AES3). Позже этот метод был принят Европейским союзом радиовещания ЕСР (англоязычная аббревиатура EBU) и под названием AES/EBU получил статус между-народного [2]. Он предполагает

передачу с мультиплексированием по времени двух потоков звук данных, соответствующих правому и левому каналам одного стереосигнала или двум независимым моноканалам. Один кадр данных содержит 2 субкадра, в каждом из которых передаются звук данные одного канала: 20 битов одного отсчета, 4 бита данных для большинства разрядности квантования, 4 бита дополнительных не-звуковых данных и 4-битовая преамбула для синхронизации. Скорость потока состав-ляет 2-32-48-103 =3,072 Мбит/с при частоте дискретизации 48 кГц и 2,048 Мбит/с при частоте 32 кГц. Кадры группируются в блоки по 192 кадра. Выделение блоков необходимо для организации сравнительно медленных потоков дополнительных данных (по 1 биту в суб кадре).

Устойчивое выделение правильного такта частоты на приеме дается благодаря использованию би фазного канального кода, в котором каждая граница такта фиксируется переходом и, кроме того, логическая «1» фиксируется дополнительным переходом. Такая схема практически исключает константа составляющую и дает инверсию сигнала данных. После кодирования скорость данных в канале удваивается и достигает 6,144 Мбит/с.

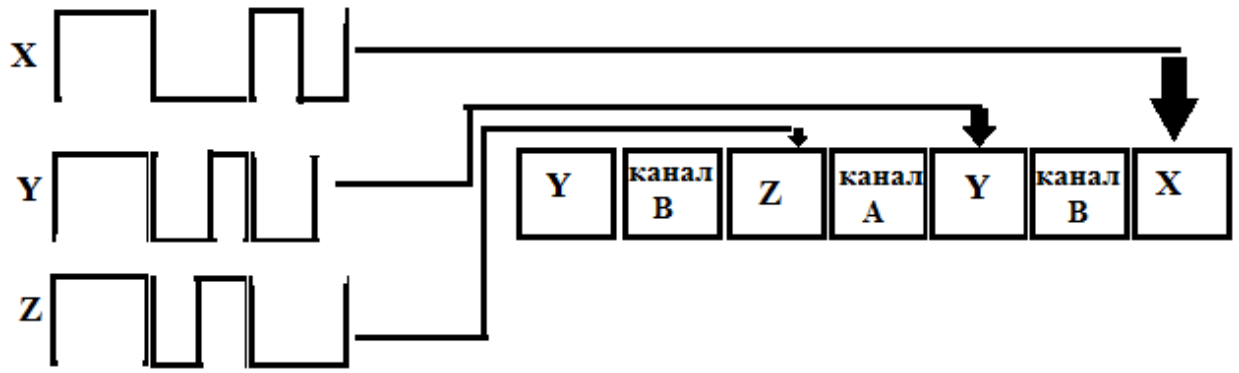


Рисунок 1.4 - Синхронизация в интерфейсе AES/EBU

Рисунок 1.4 представляет собой синхронизацию выполняется за счет трех кодовых комбинаций X, Y, Z, передаваемых соответственно в начале отсчета левого канала, в начале отсчета правого канала и в начале блока. Эти преамбулы нарушают правила бифазного кода и потому легко приходится на приеме (рисунок 2.1). Электрические характеристики интерфейса частично совместимы с RS422. Дифференциальное напряжение на переходе должно быть в пределах 2... 7 В, фронты импульсов от 5 до 30 нс, фазовое вибрация не должно быть больше 4 нс (0,025 тактового промежутка).

В профессиональных используется балансная линия в виде витой пары с соединителями XLR, популярность которой еще в технике аналогового звука. Передача по специальному 110-омному кабелю колеблется на 500 м без коррекции и до 1000 м с коррекцией, по обычному кабелю — на 70 м без коррекции и до 250 м с коррекцией. Раскрытие глазковой карты на приеме должно быть не менее 0,25 тактового периода по ширине и 0,2 В по высоте.

Недопустима вывод интерфейса без оконечной нагрузки 100 Ом из-за существенного влияния отраженной волны. Низкая проходимость способность витой пары ставит под вопрос возможность передачи сигнала AES/EBU на большие расстояния как из-за влияния других сигналов, так и из-за помех от сигнала AES/EBU чувствительным радиоустройствам в диапазоне нескольких мегагерц. Недавно использован коаксиальный вариант интерфейса AES/EBU. Он дает передачу данных по высокому по качеству коаксиальному кабелю на расстояние до 1 км, при этом выходное напряжение передатчика должно составлять 1 ± 0,1 В на нагрузке 75 Ом. Характеристики, схожие с аналоговым видеосигналом (размах 1 В, полоса частот около 6 МГц), дают возможность пропускать этот сигнал по имеющимся аналоговым комнатным видеотрактам с их корректирующими усилителями и коммутаторами.

К сожалению, относительно запаса по перегрузке у вещателей нет единого мнения, не существуют и всеобщие методы на этот параметр. ЕСР в Рекомендации R.64-1992 установил запас равным 12 дБ для 16-битового квантования, позже для 20-битового была зафиксирована величина 18 дБ (R.68-1995). Однако в Германии пользуются значением 15 дБ, во Франции - 22 дБ. SMPTE в Рекомендации RP155 фиксирует запас в 20 дБ даже не над средним, а над квазипиковым уровнем звукового сигнала [2]. Компания NTL предлагает вернуться к значению 12 дБ и иметь для уровня выравнивания, определенные значения кодов, напрямую связанных с кодами макси-мального уровня кодирования [2].

Пока же вещателям при ретрансляции программ от разных источников приходится применять в каждом звуковом канале цифровые или даже аналоговые (с ЦАП и АЦП) устройства для начальной установки уровня сигнала.

При сказании интерфейса SDI уже говорилось, что в промежутке между сигналами EAV и SAV могут передаваться дополнительные данные. Метод SMPTE-272M [2] описывает формат размещения звукоданных, расширенных данных и командной новостей для встраивания (развития, имбеддирования) в цифровой поток до 8 стерео- или 16 моносигналов цифрового звука, предварительно преобразованного в фор-мат AES/EBU. Видеосигнал с внедренным звуком очень удобен в больших аппаратных при существенном общем числе каналов, когда велика опасность при коммутациях «по-терять» звук или нарушить его синхронность с видеосигналом.

Метод исходит 10 режимов (уровней) функционирования, обозначаемых буквенными суффиксами от A до J и различающихся частотой дискретизации, точностью квантования, способом синхронизации. При внедрении в видеосигнал пары сигналов AES/EBU (четверки моносигналов) объединяют в группы. Сигналы каналов одной группы передают в одном пакете, снабженном идентификатором для определения его принадлежности к группе. Каждый субкадр звукового сигнала (кроме битов, дополнительных данных) передается тремя 9-битовыми символами (10-й бит символа — инверсный к 9-му).

При смысла квантования на 24 бита дополнительные биты данных собираются в специальные пакеты расширенных данных, при этом в одно кодовое слово переплетаются дополнительные биты двух соседних каналов.

В результате длительных исследований удалось измерить ширину и расположение частотных полос, в пределах которых выполняется поиск. Эти полосы получили название критических и в полосе слухового восприятия их насчитывается 25. В области низких слышимых частот ширина критической полосы менее 100 Гц, в районе 2 кГц она равна 300 Гц и возрастает до 4 кГц в области высших воспринимаемых частот.

Измеряется ширина критической полосы в Барках и находится по формуле

$$B = \begin{cases} \dfrac{f}{100}, & \text{для } f \leq 500 \text{ Гц} \\ 9 + 4log_2(f/1000), & \text{для } f > 500 \text{ Гц} \end{cases} \tag{1.2}$$

Кроме частотного (статического), имеет место и временное (динамическое) поиск. Дело в том, что слабый сигнал, возникающий сразу после окончания существенного сигнала, остается в течение некоторого времени незамеченным. С другой стороны, даже предшествующий слабый сигнал становится незаметным за несколько миллисекунд до появления существенного сигнала. Эти явления называются «поиск вперед» и «поиск назад».

Использование эффекта поиска дает существенно уменьшить объем звукоданных, сохраняя приемлемое показатель функционирования звучания. Принцип здесь очень простой: «Если какая-то составляющая не слышна, то и передавать ее не надо». На практике это означает, что в области поиска можно уменьшить число битов на отсчет до такой степени, чтобы шум квантования все еще оставался ниже порога поиска. Таким образом, для работы звукового кодера необходимо знать пороги поиска при различных комбинациях воздействующих сигналов. Вычислением этих порогов занимается важный узел в кодере — психоакустическая модель слуха (ПАМ). Она анализирует входной сигнал в последовательные отрезки времени и определяет для каждого блока отсчетов спектральные составляющие и соответствующие им области поиска. Входной сигнал анализируется в частотной области, для это-го блок отсчетов, взятых во времени, с помощью дискретного Фурье преобразуется в набор коэффициентов при компонентах частотного спектра сигнала. Разработчики кодеров компрессии имеют значительную свобо-ду в построении модели, точность ее функционирования зависит от требуемой степени сжатия. При невысоком прямом кодировании можно обойтись и без ПАМ, однако на высоких уровнях компрессии она играет важную роль.

Эта операция сродни аналоговому компандированию. На этот же множитель умножаются и все остальные отсчеты. Масштабирующий множитель передается к декодеру вместе с кодированными данными для

коррекции коэффициента передачи последнего. После масштабирования производится оценка порога поиска и выполняется перераспределение общего числа битов между всеми полосами.

Вышесказанные операции не сокращали заметно объем данных, они были как бы подготовительным этапом к собственно сжатию звукоданных. Как и при компрессии цифровых видеосигналов, основное сжатие выполняется в квантование. Исходя из принятых ПАМ решений о квантование отсчетов в отдельных частотных полосах, квантование изменяет шаг квантования таким образом, чтобы приблизить шум квантования в данной полосе к вычисленному порогу поиска. При этом на отсчет может получить вместо 16...20 всего 4 или 5 битов.

Принятие решения о передаваемых компонентах сигнала в каждой частотной полосе выполняется независимо от других, и требуется некий «диспетчер», который выделил бы каждому из 32 полосных сигналов часть из общего ресурса битов, равную значимости этого сигнала в общем ансамбле. Роль такого диспетчера выполняет устройство динамического распределения битов.

Возможны три варианта распределения битов.

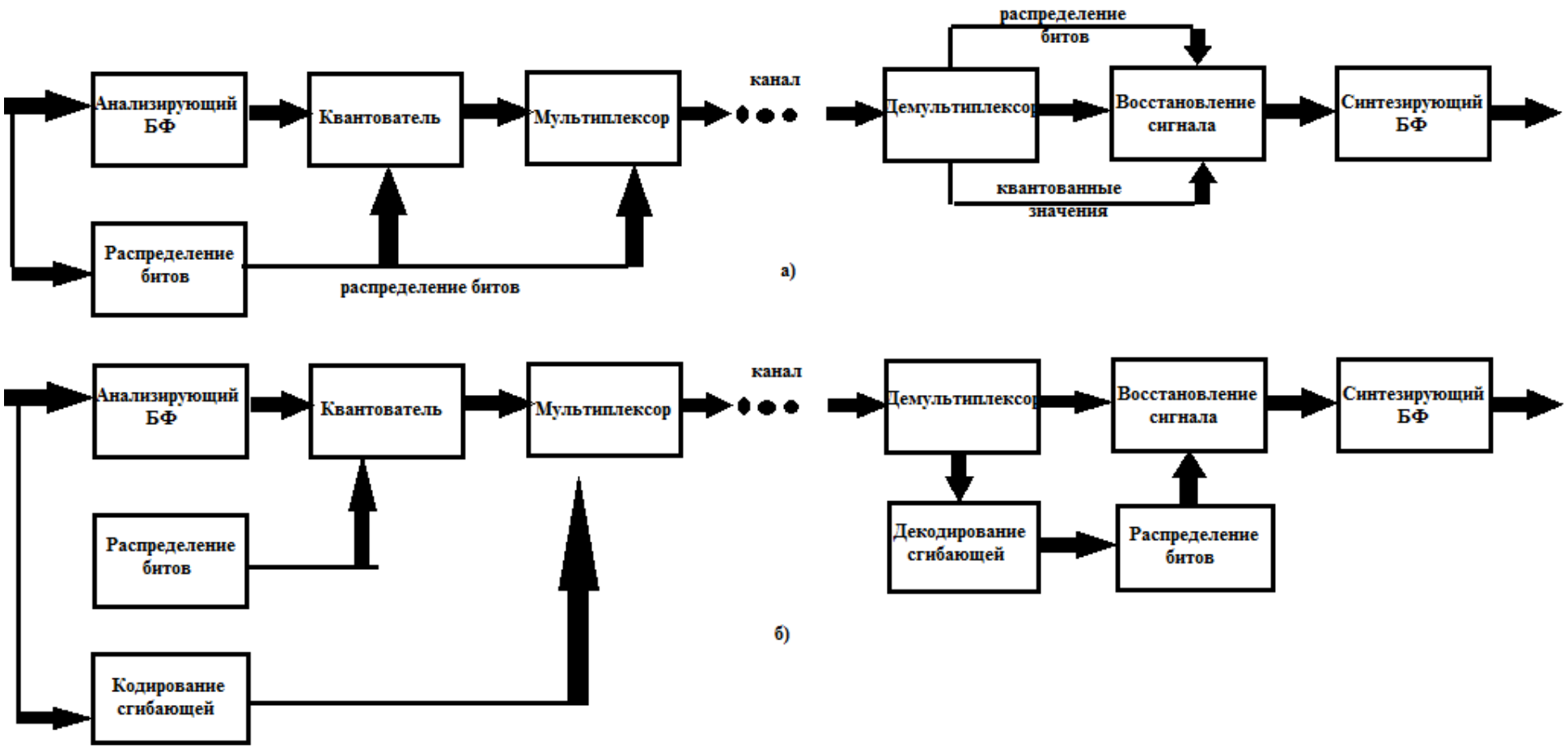
Система с обратной адаптацией осуществляет одинаковые расчеты и в кодере, и в декодере, поэтому нет смысла пересылать декодеру дополнительные данные.

Однако сложность и стоимость декодера существенно выше, чем в предыдущем варианте, и любое переделать алгоритма требует обновления или переделки декодера.

Общая схема звукового кодера и декодера, выполняющих цифровое сжатие согласно сказанному алгоритму с прямой адаптацией, приведена на рисунке1.5. Сказан базовый алгоритм цифрового сжатия звука с использованием многофазного блока фильтров. Он дает «прозрачный» звуковой канал при скорости потока не менее 384 кбит/с. Цель к дальнейшему снижению скорости потока вызвало к жизни более сложные, но и более прогрессивные алгоритмы сжатия цифрового звука.

Серьезным недостатком базовой модели принято считать недостаточную разрешающую способность в частотной области. В области низших слышимых частот полоса анализа существенно увеличивает критическую полосу и точность расчета порога поиска оказывается недостаточной. Предложено модифицировать БФ таким образом, чтобы наряду с разделением сигнала на частотные полосы и передискретизацией он осуществлял также ДКП групп отсчетов в каждой полосе. Например, при обработке блока из 18 отсчетов эквивалентная полоса анализа оказывается равной около 40 Гц.

К недостаткам данной схемы относится низкое временное разрешение (как следствие высокого частотного разрешения), не позволяющее могут алгоритм в кадрах, где имеются долговечные переходы уровня. Кодеры с гибридным БФ снабжаются обычно детектором переходов, который



а) с прямой адаптацией; б) с обратной адаптацией

Рисунок 1.5 – Общая структурная схема звукового кодера и декодера

отключает ДКП в моменты быстрых изменений уровня звукового сигнала. Еще один эффективный алгоритм цифрового сжатия звука использует представление сигнала в форме с плавающей запятой.

Полученный после ДКП набор коэффициентов переводится в экспоненциальную форму и представляется в виде двух наборов — характеристик и мантисс. Набор характеристик называется спектральной огибающей, он служит входным сигналом для ПАМ и передается по каналу с использованием эффективных методов кодирования. Мантиссы перекантовывается в квантование с учетом результатов спектрального анализа в ПАМ и также передаются к декодеру в общем цифровом потоке.

2 Формирование цифрового потока по методу MPEG-2

2.1 Составные части метода MPEG-2

При конструировании нового метода MPEG-2 с самого начала была поставлена задача обеспечить совместимость с MPEG-1, т.е. дать случай декодеру MPEG-2 принимать цифровой поток MPEG-1. Когда говорят о совместимости двух систем, под «вперед» (forward compatibility) понимают способность старой системы слушать и слышать сигналы новой системы, совместимость «назад», или обратная совместимость (backward compatibility), нужно способность новой системы слушать и слышать сигналы старой. На подготовительном этапе в качестве основы для MPEG-2 тестировались 39 пунктов цифрового сжатия, в том числе и существенно отличные от MPEG-1, но предпочтение было отдано последнему, не в последнюю очередь благодаря удобству достижения совместимости.

Метод MPEG-2 называется «Информационные технологии - Обобщенное кодирование движущихся изображений и сопровождающей звуковой данных» и содержит 9 частей, описывающих различные пункты цифрового потока и средства поддержки.

а) «Системы» описывает объединение одного или нескольких ЭП видео, звука и других данных в одно- или многопрограммный поток, пригодный для записи или передачи.

б) «Видео» специфицирует средства компрессии видеоданных, и функция декодирования, необходимый для восстановления изображения.

в) «Звук» представляет обратно совместимое расширение звукового метода MPEG-1.

г) «Соответствие» и 13818-5 «Моделирование программного обеспечения» описывают процедуры испытаний на соответствие требованиям частей 1, 2, 3 и дают примеры реализации программного обеспечения.

д) «DSM-CC» набор протоколов по управлению современно развитыми потоками MPEG-1 и MPEG-2.

е) «AAC» специфицирует алгоритм кодирования многоканального звука AAC, не совместимый с MPEG-1.

ж) «Интерфейс реального времени для декодеров» описывает интерфейс реального времени для декодеров транспортного потока.

к) «Соответствие для DSM-CC» рассматривает вопросы соответствия в используется к протоколу DSM-CC.

Часть восемь предназначалась для кодирования видео с разрешением 10 бит, но не вызвала практического интереса и была исключена [3].

осы пропускания на две равные части, не увеличивая при этом объем данных в каждой половине полосы, т.е. с в одно и то же время понижающей дискретизацией. Расщепление на $N = 2^m$ полос производится каскадным включением m секций, содержащих соответственно 1, 2, 4...2^{m-1} фильтров. На выходе каждого фильтра оказывается та часть входного сигнала, которая попадает в полосу пропускания данного фильтра. Далее в каждой полосе с помощью ПАМ анализируется спектральный состав сигнала и оценивается, какую часть сигнала следует передавать без сокращений, а какая лежит ниже порога поиска и может быть квантование на меньшее число битов.

Поскольку в реальных звуковых сигналах максимальная энергия обычно сосредоточена в нескольких частотных полосах, может оказаться, что сигналы в других полосах не содержат различимых звуков и могут вообще не передаваться. Наличие, например, существенного сигнала в одной полосе нужно, что несколько вышележащих полос будут маскироваться и могут кодироваться меньшим числом битов.

Возможны три варианта распределения битов.

В системе с прямой адаптацией кодер производит все расчеты и посылает результаты декодеру. Преимущество данного способа в том, что алгоритм распределения битов может обновляться и изменяться, не затрагивая работы декодера. Однако для пересылки дополнительных данных декодеру расходуется заметная часть общего запаса битов.

Система с обратной адаптацией осуществляет одинаковые расчеты и в кодере, и в декодере, поэтому нет смысла пересылать декодеру дополнительные данные.

Однако сложность и стоимость декодера существенно выше, чем в предыдущем варианте, и любое переделать алгоритма требует обновления или переделки декодера. Компромиссная система с прямой и обратной адаптацией разделяет функции расчета распределения битов между кодером и декодером таким образом, что кодер производит наиболее сложные вычисления и посылает декодеру только ключевые параметры, затрачивая на это относительно немного битов, декодер проводит лишь несложные вычисления.

В такой системе кодер не может быть существенно изменен, но настройка некоторых параметров допустима. Общая схема звукового кодера и декодера, выполняющих цифровое сжатие согласно сказанному алгоритму с прямой адаптацией, приведена на рисунке 1.5а. Сигналы на выходе частотных полос объединяются в единый цифровой поток с помощью мультиплексора. В декодере происходят в обратном порядке. Сигнал демультиплексируется, делением на масштабирующий множитель восстанавливаются исходные

значения цифровых отсчетов в частотных полосах и поступают на объединяющий блок фильтров, который формирует на выходе поток звукоданных, адекватный входному с точки зрения психофизиологического восприятия звукового сигнала человеческим ухом.

2.2 Усовершенствованные алгоритмы полосного кодирования

В предыдущих пунктах сказан базовый алгоритм цифрового сжатия звука с использованием многофазного блока фильтров. Он дает «прозрачный» звуковой канал при скорости потока не менее 384 кбит/с. Цель к дальнейшему снижению скорости потока вызвало к жизни более сложные, но и более прогрессивные алгоритмы сжатия цифрового звука.

Серьезным недостатком базовой модели принято считать недостаточную разрешающую способность в частотной области. В области низших слышимых частот полоса анализа существенно увеличивает критическую полосу и точность расчета порога поиска оказывается недостаточной. Предложено модифицировать БФ таким образом, чтобы наряду с разделением сигнала на частотные полосы и передискретизацией он осуществлял также ДКП групп отсчетов в каждой полосе.

Наиболее существенное отличие алгоритма обработки видео в MPEG-2 от MPEG-1 случай обработки чересстрочных изображений. В MPEG-1 для кодирования таких изображений приходилось предварительно объединять два поля в один кадр и только после этого подавать сигнал на вход кодера. Однако при наличии движения эта процедура приводила к заметным искажениям.

В MPEG-2 преобразована концепция полевого и кадрового кодирования. При полевом кодировании два поля одного кадра называются верхним и нижним и могут кодироваться раздельно как самостоятельные изображения, в этом случае каждое поле разбивается на непересекающиеся блоки 16 х 16 пикс. и к ним применяется ДКП. На изображении эти блоки занимают область высотой 32 строки. Кадровое кодирование предполагает построчное объединение двух полей в один кадр и обработку его как обычного изображения с прогрессивным разложением.

MPEG-2 определяет два типа ДКП для макроблоков: кадровое и полевое. Кадровое ДКП выполняется аналогично MPEG-1: блок отсчетов яркости 16 х 16 пикс. разбивается на 4 блока 8х8 пикс. в соответствии с их расположением. Полевое ДКП берет 8 строк из верхнего поля для верхних двух блоков и 8 строк из нижнего поля для нижних блоков, образуя верхнее и нижнее поля блоки, на рисунке 2.1 цветоразностные блоки предполагаются принадлежащими всегда к верхнему полю.

MPEG-2 ввел новый режим компенсации движения для эффективного устранения временной избыточности между полями, названный «Двухступенчатая компенсация с уточнением векторов» (Dual prime motion compensation). В данном режиме ищутся вектор перемещения для области изображения 16 х 8 пикс. из одного поля и дополнительный вектор увеличения (принимающий значения минус 1, 0, 1 по

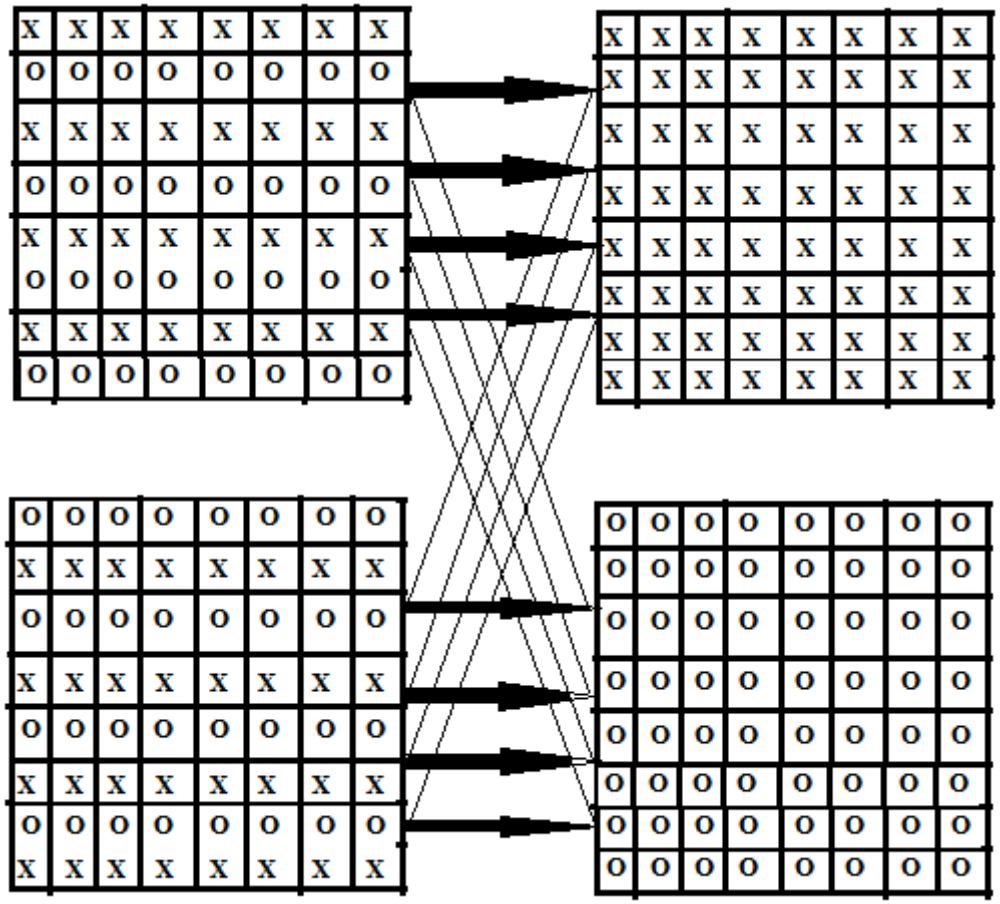


Рисунок 2.1 - Формирование полей блоки при полевом ДКП

осям x и y) для той же области, но в поле другой четности. В декодере вектор увеличения используется для уточнения отсчетов предсказанного блока.

MPEG-2 дает значительную гибкость и в формировании I-, P-, B-кадров. Кодированный 1-видеокадр может состоять из I-кадра с прогрессивным разложением, или пары I-полей, или I-поля и предсказанного из него P-поля. Аналогично P-видеокадр может содержать P-кадр, или два P-поля, B-видеокадр - B-кадр или пару B-полей.

Для обработки чересстрочных изображений MPEG-2 предлагает альтернативный вариант коэффициентов ДКП, оптимизированный с точки зрения кодирования длин серий (рисунок 2.2).

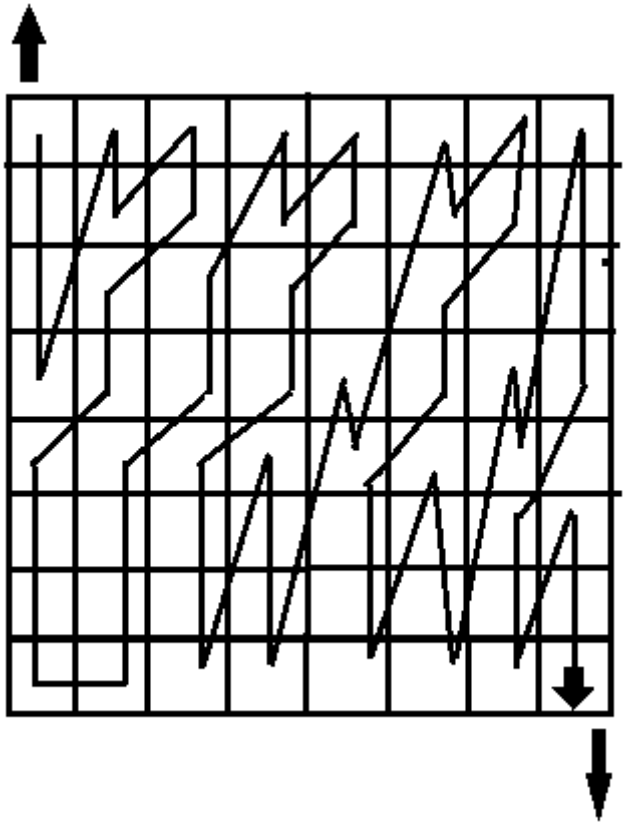


Рисунок 2.2 – Альтернативное сканирование коэффициентов ДКП при чересстрочном разложении

Отметим еще несколько отличий в кодировании видеоданных:

а) PEG-2 в большинстве случаев использует в качестве сигнала источника компонентный сигнал «4:2:0», но расположение отсчетов в поле изображения несколько отличается от MPEG-1 (рисунок 2.2);

б) в MPEG-2 длина слайса не может быть более одной строки (напомним, что в MPEG-1 длина слайса не ограничивалась);

в) MPEG-1 дает квантование постоянной составляющей ДКП только с разрядностью 8 бит, в MPEG-2 в некоторых случаях дается 9- или 10-битовое квантование;

г) Для предотвращения макроблоков, кодированных с внутрикадровым предсказанием, применяется поиск - подстановка вместо утерянного блоки ближайшего, схожего по параметрам. Для этого в потоке передается управляющий код «пропущенного блоки»;

д) Предусмотрена передача данных режима панорамирования (pan&scan), указывающей декодеру, какую часть изображения форматом 16:9 отображать на экране с форматом 4:3. Информация посылается в каждый кадр и дает смещать изображение с точностью до 1/16 пикселей.

2.3 Уровни и профили метода MPEG-2

MPEG-2 охватывает весьма широкий диапазон сложности кодирования и качества изображения - от простых I-кадров до сложных ГВК, от низкого разрешения до ТВЧ. В функции разработки стало ясно, что построить декодер, удовлетворяющий в одно и то же время всем требованиям метода, возможно, но неэкономично, так как он окажется весьма сложным и дорогим и в то же время будет обладать большой излишком по отношению к более простым приложениям.

Таблица 2.1 – Пределы замены параметров цифрового потока для различных уровней основного профиля MPEG-2

Уровень	Параметр	Ограничение
Высокий MP@HL	Число отсчетов на строку	1920
	Число строк на кадр	1152
	Частота кадров, Гц	60
	Частота отсчетов сигнала яркости, отсч/с	62668800
	Скорость потока, Мбит/с	80
	Размер буфера, бит	9781248
Высокий MP@H1440	Число отсчетов на строку	1440
	Число строк на кадр	1152
	Частота кадров, Гц	60
	Частота отсчетов сигнала яркости, отсч/с	47001600
	Скорость потока, Мбит/с	60
	Размер буфера, бит	7340032
Основной MP@ML	Число отсчетов на строку	720
	Число строк на кадр	576
	Частота кадров, Гц	30
	Частота отсчетов сигнала яркости, отсч/с	10368000
	Скорость потока, Мбит/с	15
	Размер буфера, бит	1835008
Низкий MP@LL	Число отсчетов на строку	352
	Число строк на кадр	288
	Частота кадров, Гц	30
	Частота отсчетов сигнала яркости, отсч/с	3041280
	Скорость потока, Мбит/с	4
	Размер буфера, бит	475136

Разработчики метода разделили все средства и инструменты обработки видеосигналов на несколько Профилей (Profile), поддерживающих обратную совместимость и различающихся использованием тех или иных элементов синтаксиса. Как правило, каждый профиль компенсирует один или несколько инструментов к имеющимся у нижележащего профиля.

На сегодняшний день в пункте приняты пять основных и один дополнительный, профессиональный Профиль «4:2:2», преобразованный позже. Внутри каждого Профиля выделены Уровни (Level), определяющие допустимые пределы замены основных параметров цифрового потока. Таких Уровней четыре, и в таблице 2.1 даны установленные для них пределы скорости потока и разрешающей способности.

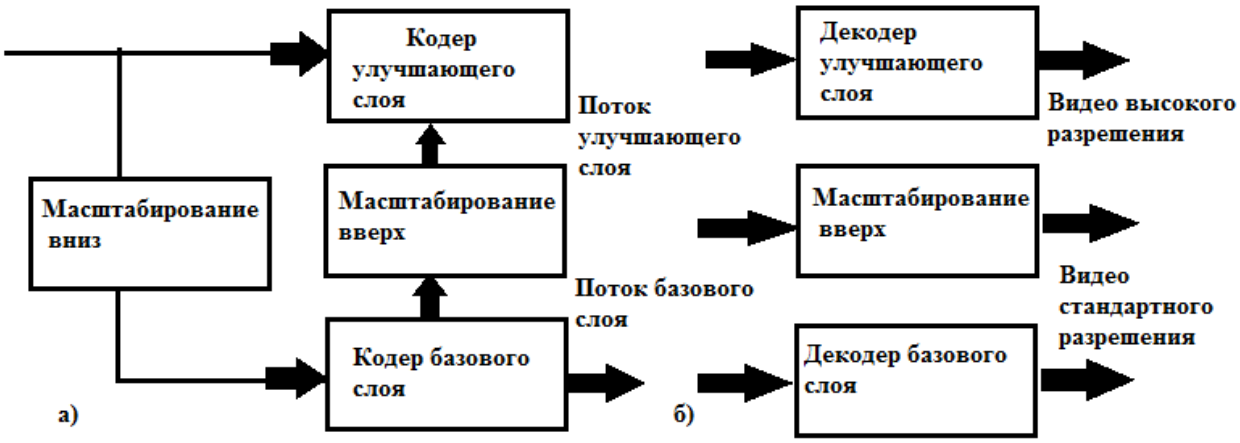
Масштабируемые профили пока широко не имеется, хотя в некоторых приложениях для них просматриваются возможные области используется. Масштабируемостью называют способность кодека (кодера и декодера) формировать и обрабатывать упорядоченный набор из нескольких цифровых потоков. Минимально необходимый набор потоков называется базовым слоем, каждый из остальных - улучшающим слоем. Базовый слой передает сигнал пониженного качества с более высоким отношением сигнал-шум, или сигнал с пониженным пространственным разрешением, который может приниматься декодером низкого профиля, а в улучшающих слоях передается дополнительная информация, используя которую, кодеры более высокого профиля восстанавливают улучшенное изображение [4].

В схеме, масштабирующей отношение сигнал-шум (SNR (Signal-to-Noise Ratio) Profile), в базовом слое передаются грубо квантованные коэффициенты ДКП. Они передаются с низкой скоростью, что несколько повышает шумы квантования, помехоустойчивость. Улучшающий слой кодирует и передает разницу между не квантованными и грубо значениями коэффициентов, которую декодер SNR профиля использует для уточнения значений коэффициентов.

Можно этот подход и для замены пространственного разложения, если в базовом слое передавать самые нижние M x N (M<8, N< 8) коэффициентов ДКП, а в улучшающем слое — остальные (64 — M x N). Профиль с пространственным масштабированием (Spatial Scalable Profile) был преобразован в метод для обеспечения доступа декодерам метод четкости к программам ТВЧ. Привязкой к ТВЧ объясняется довольно большая скорость цифрового потока, предусмотренная в этом Профиле. В базовом слое такой системы передается после прореживания информация, соответствующая метод разрешению, а в улучшающем слое — дополнительные отсчеты, отфильтрованные в базовом слое. Профиль «Высокий», предусматривающий все инструменты нижних профилей, в настоящее время пока не используется по нескольким причинам, в том числе, по-видимому, из-за отсутствия интегральных микросхем с достаточными ресурсами производительности.

Синтаксис MPEG-2 исходит до двух слоев масштабирования. Принцип работы масштабирующего кодека показан на рисунке 2.3. В ходе разработки

было признано нецелесообразным объединять все виды масштабирования в один Профиль, и разработали две схемы - с масштабированием отношения сигнал-шум и с пространственным масштабированием.



а) кодер б) декодер

Рисунок 2.3 - Принцип работы масштабирующего кодера

Несколько особняком, вне иерархии, стоит профиль «Профессиональный 4:2:2», предназначенный для обеспечения совместимости с современно развитым комнатным оборудованием видеопроизводства.

В этом формате работают, например, перевозимые комплекты цифровых систем сбора новостей, передающие сигнал через спутники для последующей записи и монтажа. Профиль «4:2:2» должен обеспечивать показатель функционирования изображения, сравнимое с цифровой видеозаписью формата D1, и случай многократного MPEG кодирования-декодирования сигнала. Его основными свойствами являются структура дискретизации «4:2:2» (в отличие от обычной в MPEG-2 «4:2:0»), увеличенное число строк - 608 в отличие от 576, и случай работы с повышенными скоростями - до 50 Мбит/с вместо 15 Мбит/с, обеспечиваемых Основным профилем. Последнее требование связано с более короткими группами видеокадров, используемыми при видеомонтаже. Предложенный недавно Высокий уровень этого профиля позволит расширить область выполнения MPEG-2 при подготовке ТВЧ программ.

Следствием совместимости MPEG-2 с MPEG-1 в части кодирования звука стало полное использование трехуровневой системы, разработанной в MPEG-1 для обработки звукоданных кодерами метода MPEG-2. Различия между методами начинаются при переходе от двухканального звука, принятого за основу в MPEG-1, к многоканальному звуку, поддерживаемому в MPEG-2.

MPEG-2 специфицирует различные режимы передачи многоканального звука, в том числе пятиканальный формат, семиканальный звук с

двумя дополнительными фронтальными динамиками, применяемыми в кинотеатрах с очень широким экраном, расширения этих форматов с низкочастотным каналом. В числителе дроби указывается число фронтальных каналов, в знаменателе - число каналов, излучаемых сзади. Соответствующее расположение динамиков показано в таблице 2.2.

Одной из видов многоканального звука является многоязычное звуковое сопровождение. Оно может осуществляться либо переход отдельного цифрового потока для каждого языка, либо добавлением языковых каналов 64 кбит/с к многоканальному потоку 384 кбит/с.

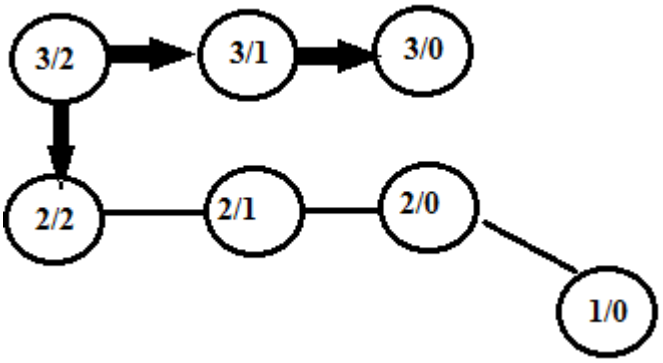
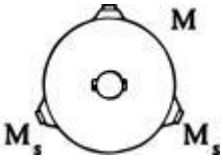
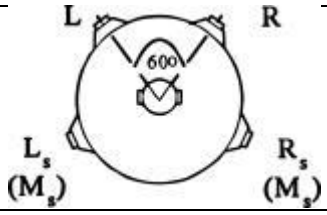
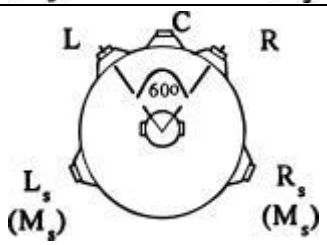
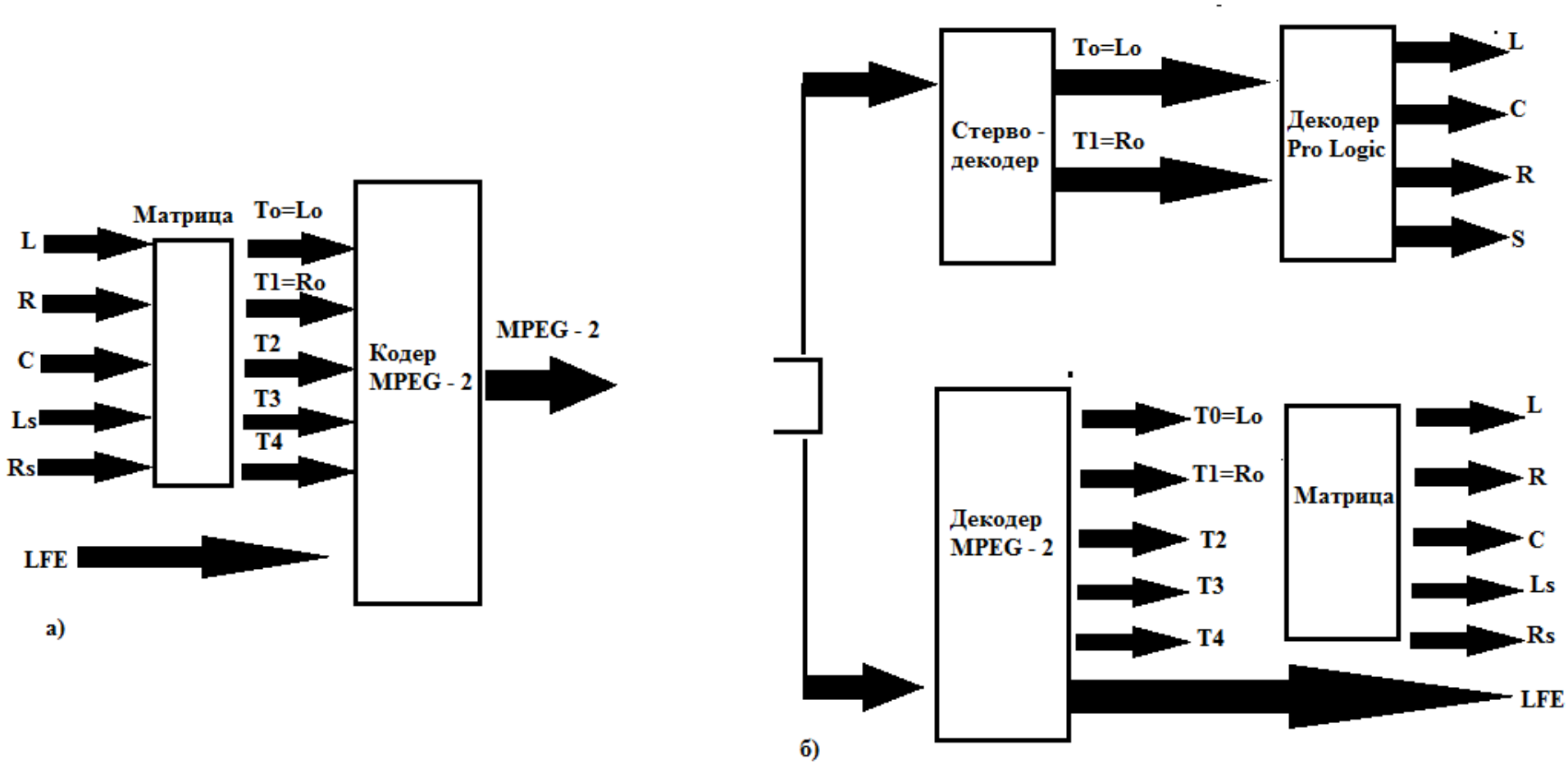


Рисунок 2.4 - Варианты компоновки многоканального звукового сигнала по рекомендациям BS.775

Таблица 2.2 – Иерархия многоканальных систем согласно

Система	Каналы	Обозначение	Расположение динамиков
Моно	M	1/0	
Моно + моно	M	1/1	
Двухканальная стерео	L/R	2/0	
Двухканальная стерео +1 окружающий	L/R/Ms	2/1	
Двухканальная стерео + 2 окружающих	L/R/Ls/Rs	2/2	
Трехканальная стерео	L/C/R	3/0	
Трехканальная стерео + 1 окружающий	L/C/R/Ms	3/1	
Трехканальная стерео + 2 окружающих	L/C/R/Ls/Rs	3/2	

.



а) кодер б) декодер

Рисунок 2.5 - Обработка многоканального звукового сигнала в кодере и декодере MPEG-2

При кодировании двухканальный сигнал укладывается в структуру ПЭП звука, совместимого с MPEG-1 показан на рисунке 2.5 и может прочитываться равной декодером. Остальные пункты после кодирования размещаются в других структурных единицах цифрового потока и доступны только декодеру MPEG-2 [5].

2.4 Принципы обеспечения синхронизации цифровых потоков в пункте MPEG-2

Мы уже проследили ранее, как выполняется синхронизация всех структур цифрового потока MPEG-1. Общий отсчет времени задается ссылками на системные часы (SCR), вводимыми в заголовок системного потока, по ним декодер подстраивает свои внутренние часы и «привязывает» потоки видео и звука к абсолютным отсчетам времени. Для выравнивания задержки во времени отдельных пакетов в заголовок пакета ПЭП вводятся временные метки воспроизведения (PTS) и временные метки декодирования (DTS), которые указывают, в какие моменты этого абсолютного времени декодер должен существовать и вывести на экран соответствующие изображения или звуковые последовательности. Эти же средства имеется и в программном потоке MPEG-2, где все пункты потока также имеют общую временную базу.

Транспортный поток содержит программные пункты с разной предысторией, в том числе и с несколько различающимися тактовыми частотами, поэтому невозможно или весьма трудоемко привести все сигналы к единой временной базе синхронизирует свой внутренний генератор частоты 27 МГц представлен на рисунке 2.6.

Метод предписывает повторение метки PCR не реже чем 1 раз в 0,7 с. В промежутках декодер вычисляет значения меток путем интерполяции.

Рисунок 2.6 - Структура заголовка пакета транспортного потока MPEG – 2

Первый байт - байт синхронизации - содержит зарезервированное кодовое число 0x47, легко опознаваемое дешифратор. Далее идут три однобитовых флага (ошибки передачи, начала пакета ПЭП и приоритетной передачи) и 13-битовый идентификатор типа пакета PID (Packet IDentifier), указывающий на принадлежность пакета тому или иному потоку данных. PID служит основным признаком, по которому демультиплексор сортирует приходящие пакеты на приемной стороне. Из общего числа 8192 возможных значений PID 16 выделены на общесистемные цели, номер 8191 (0 x 1FFF) закреплен за стаффинговыми байтами, остальные могут назначаться консультантами произвольно для отдельных компонент своих программ.

Еще один байт в заголовке содержит три необходимых указателя:

– 2-битовый указатель скремблирования ТП — свидетельствует о наличии или отсутствии скремблирования ТП;

– 2-битовый индикатор наличия полей адаптации в нагрузке пакета.

Поле адаптации занимает часть области полезных данных и служит для ввода управляющих и дополнительных сигналов, передаваемых не в каждом пакете. В частности, в полях адаптации передаются таблицы программно-зависимой данных (PSI — Program Specific Information) и сигналы синхронизации. Поле адаптации может также могутся для передачи данных потребления, в этом случае оно разбивается на секции.

Значение указателя наличия полей адаптации 0x1 нужно, что поле адаптации отсутствует и в пакете передаются данные видео или звука; 0x2 присваивается пакету, в котором часть области полезных данных занимает поле адаптации, остальное занято заменитель; индикатор, установленный на 0x3, свидетельствует об в одно и то же время наличии и поля адаптации, и полезных данных. Отметим, что заголовок пакета и поле адаптации не скремблируются.

4-битный счетчик непрерывности пакетов увеличивает свое значение на единицу при поступлении каждого следующего пакета с данным PID и обнуляется после каждого 15-го пакета. Он дает декодеру обнаруживать потерю пакета и принимать меры по его замене.

Область полезных данных транспортного пакета существенно меньше, чем обычная длина пакета ПЭП, поэтому последний для укладки в пакеты ТП должен разрезаться. Метод определяет, что первый байт пакета ПЭП должен обязательно совпадать с первым байтом области полезных данных, а конец пакета ПЭП - с концом одного из последующих транспортных пакетов. Незаполненные начальные байты этого последнего пакета дополняются пустыми байтами.

2.4.1 Мультиплексирование и статистическое мультиплексирование. Принятая в пункте MPEG-2 схема построения ТП может быть сказана как двухступенчатая. На первом этапе формируется программный поток (ПП) путем мультиплексирования одного или нескольких ПЭП с общей временной базой и индивидуальными PID (рисунок 2.7 а). На втором шаге ПП

нескольких программ и управляющие потоки объединяются методом асинхронного пакетного мультиплексирования в единый транспортный поток (рисунок 2.7).

Отметим, что транспортный поток может быть построен и непосредственно из ПЭП или других ТП, если при этом не изменяются общие правила синтаксиса MPEG. Такая иерархическая структура дает большую гибкость в построении систем вещания. Можно, например, объявить один ПЭП принадлежащим более чем одной форме и организовать так называемые виртуальные каналы, можно могут несколько потоков одного вида для масштабирования, колебима организация межрегионального вещания с выбором отдельного языка для каждого региона и т.д.

Гибкость мультиплексирования ТП представляет одну интересную случай построения многопрограммной системы вещания, связанную с вводом в ТП, формируемый мультиплексором из программ, кодированных локальными кодерами, «постороннего» транспортного потока, поступившего по линии связи и имеющего другую временную базу (режим ремультиплексирования). Современные мультиплексоры легко справляются с такой примером, позволяя при этом выбрать из структур пришедшего ТП желаемые, при смысла изменить PID этих компонент, режим скремблирования и другие параметры.

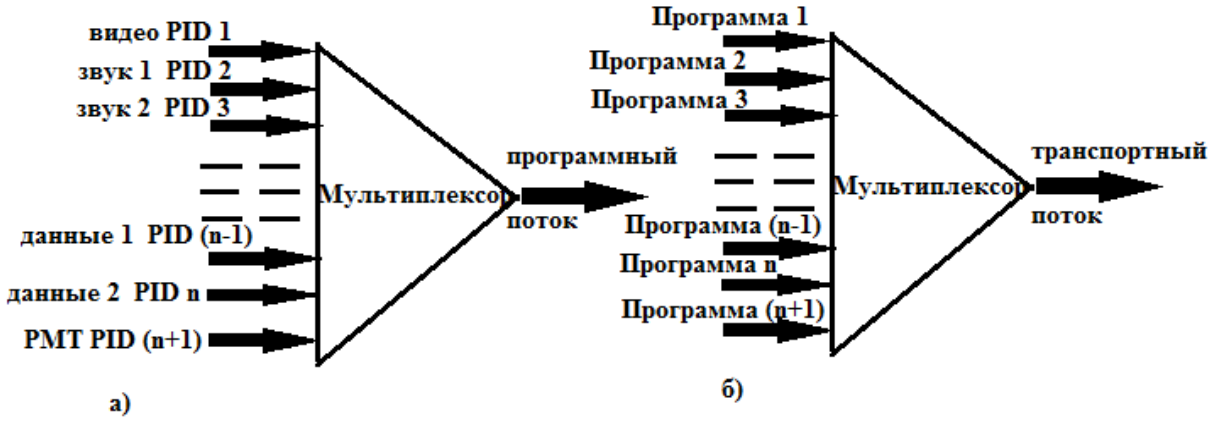


Рисунок 2.7 - Объединение ПЭП в программный поток (а) и программных потоков в транспортный поток (б)

Еще одна случай гибкого замены параметров сжатого сигнала статистическое мультиплексирование, заключающееся в динамическом перераспределении ресурса битов между кодерами в многопрограммном цифровом потоке с учетом точных особенностей изображения в каждой форме таким образом, чтобы показатель функционирования всех программ оставалось возможно более высоким. Более сложный контроллер может могут технологию «заглядывания вперед» для оценки сложности представленных кадров и эта информация может служить для подборки управления скоростью.

Система работает следующим образом.

Управляющий контроллер статистического мультиплексора получает от всех кодеров информацию о сложности обрабатываемого в данный момент изображения, оценивает ее и выделяет каждому кодеру ресурс битов, пропорциональный потребности. Дело в том, что при суммировании скоростей нескольких каналов среднее значение скорости растет пропорционально сумме средних значений составляющих, а среднеквадратичное отклонение.

2.5 Метод представления медиа-объектов MPEG-4

Метод MPEG-4 базируется на трех китах:

а) цифровое телевидение;

б) интерактивные графические приложения;

в) интерактивные мультимедийные приложения.

Тенденция последних лет - сближение, слияние этих источников аудиовизуальной данных, появление новых источников как натурального, так и синтезированного контента (содержания). До недавнего времени в вещании преобладала концепция «телевидения» - программа готовилась в студии и передавалась как периодическая последовательность строк изображения и сопутствующих звуков.

Все усовершенствования, включая появление цифрового вещания и метода MPEG-2, не изменили эту концепцию в корне, хотя добавили к ней некоторые новые характеристики - многопрограммность, подписку, дополнительные характеристики, зачатки интерактивности. Однако похоже на то, что сейчас традиционная концепция телевидения не удовлетворяет уже пользователей аудиовизуальных услуг.

Зрители хотят иметь доступ к видео- и аудиопрограммам, как они уже имеют доступ к мультимедийному контенту через Интернет и World Wide Web - «Всемирную паутину».

В последние 3-4 года мультимедийные и графические средства все чаще вторгаются в область классического ТВ вещания, которое, в свою очередь, проникает в сферу мультимедиа (значительная часть ТВ и звуковых программ транслируется в Интернете, иногда в специальных Интернет-версиях). Аудиовизуальное содержание все чаще используется в основополагающих приложениях, таких, например, как игры или дистанционное обучение. Заметно размывается граница между компьютерными изображениями, виртуальной реальностью и телевидением. Все чаще возникает необходимость перемещать один и тот же контент из одной сети в другую, из одной сферы в другую, и требуются унифицированные форматы представления и передачи данных.

Метод содержит 6 частей:

– 14496-1 «Системы» определяет сказание сцены, мультиплексирование, синхронизацию, управление буфером;

– 14496-2 «Визуальные средства» специфицирует кодированное представление натуральных и синтетических визуальных объектов;

– 14496-3 «Звук» описывает кодированное представление натуральных и синтетических звуковых объектов; 14496-4 «Проверка соответствия» методам, определяет условия соответствия для потоков и устройств;

– 14496-5 «Рекомендуемое программное обеспечение» содержит программные модули для большинства структур MPEG-4, которые могут быть использованы для построения совместимых устройств;

– 4496-6 «DMIF» определяет сеансовый протокол для управления мультимедийными потоками в обобщенной среде.

Основное отличие MPEG-4 от ранее принятых методов – объектное ориентированное представление медиа-данных. В пункте вводится ключевое понятие медиа-объекта - единицы звукового, визуального или аудиовизуального контента.

Объекты могут быть натуральными - записанными с видеокамеры или микрофона, и синтетическими - синтезированными в компьютере. Такой подход имеет ряд преимуществ: более экономно расходуются биты для сказания сцены, отдельные объекты легко могут в других сценах, упрощается построение масштабируемых объектов и взаимодействие с объектами, появляются широкие перспективы взаимодействия потребления с выбранным объектом, например, вывод дополнительной данных об объекте, переделать его параметров (цвета, текстуры, громкости звучания или языка), исключение объекта из сцены, создание пользователем новых сцен из объектов, полученных от разных источников.

Плоскости видеообъекта могут кодироваться независимо (1-кодирование), или совместно, с улучшением компенсации движения (P- и B-кодирование). Общая схема кодера MPEG-4 показана на рисунке 2.8. Она включает кодирование формы и компенсацию движения, а также кодирование текстуры, базирующееся на ДКП (метод или адаптивное к форме объекта). Каждый видеообъект кодируется отдельно, затем цифровые потоки объединяются. В пункте MPEG-4 имеется два метода кодирования данных о форме объекта — бинарное и градационное.

При бинарном кодировании оперируют матрицей того же размера, что и плоскость видеообъекта, элементы которой могут принимать значения только 1 или 0 в зависимости от того, находятся ли они внутри объекта или вне его.

Градационное кодирование более гибкое, оно описывает элементы матрицы 8-битовыми словами и дает кодировать «полупрозрачные» и «затуманенные» изображения. В зависимости от скорости цифрового потока могут могутся алгоритмы, относящиеся к одной из трех групп:

а) низкоскоростное видео (VLBV — Very Low Bit-rate Video) - скорость 5...64 кбит/с, разрешение не выше CIF, частота кадров до 15 Гц; основное назначение - кодирование обычных прямоугольных изображений с высокой продуктивностью для мультимедийных приложений реального времени, а также системы случайного доступа к мультимедийным базам данных с быстрым поиском «вперед» и «назад»;

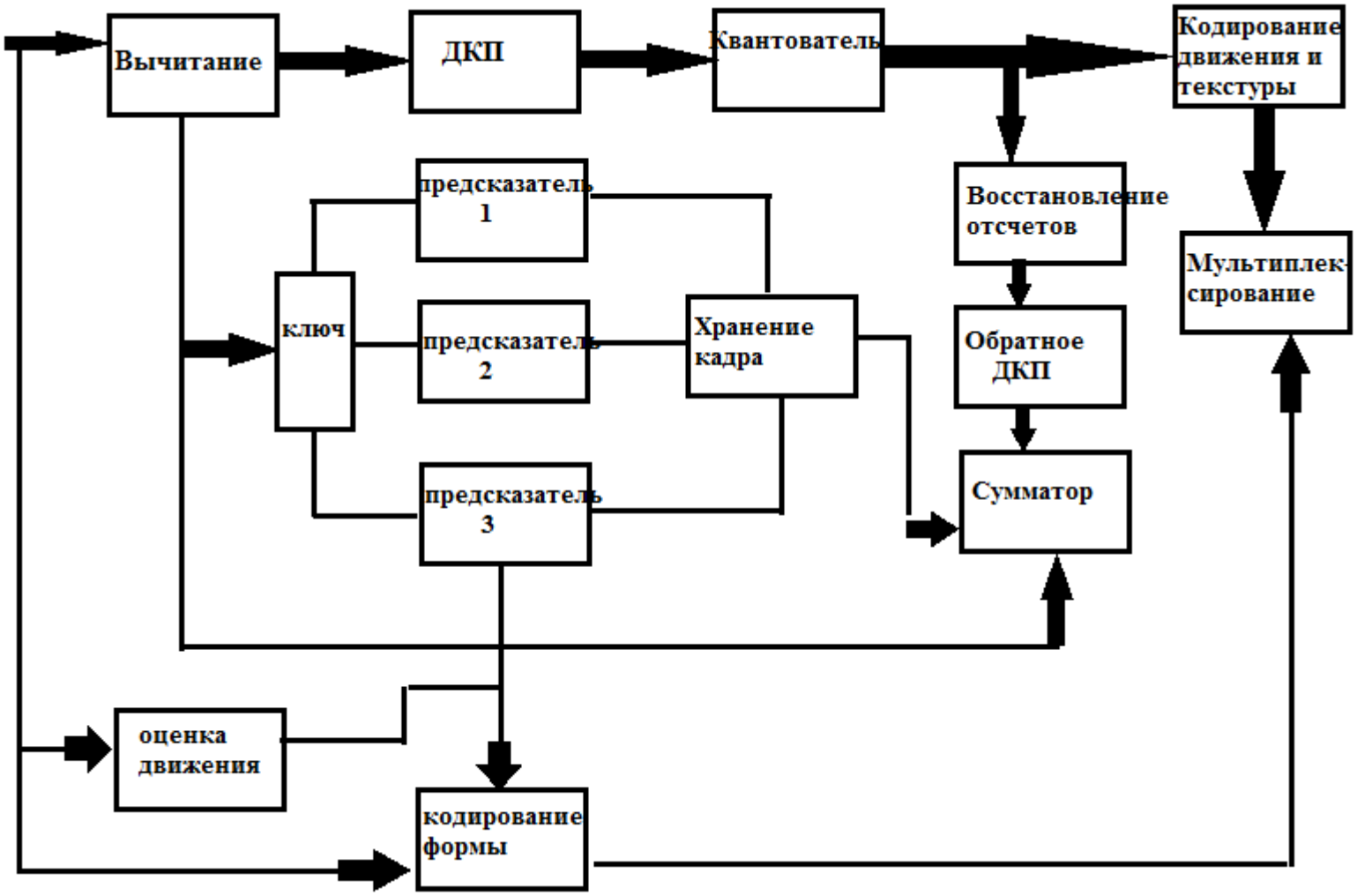


Рисунок 2.8 - Общая структурная схема видеокодера MPEG - 4

б) высокоскоростное видео - скорость 64 кбит/с...10 Мбит/с; те же используется, но с более высоким пространственным и временным разрешением, вплоть до Рек. BT.601, также мультимедийное вещание или обратный канал в основополагающих системах с показатель качественно, сравнимым с современно развитым вещанием; системы с чересстрочной разверткой;

в) кодирование, основанное на контенте, - исходит отдельное кодирование и декодирование натуральных объектов в сценах с гибридным кодированием; эта группа дает смешение некоторого числа видеообъектов с синтетическими объектами (виртуальные задники).

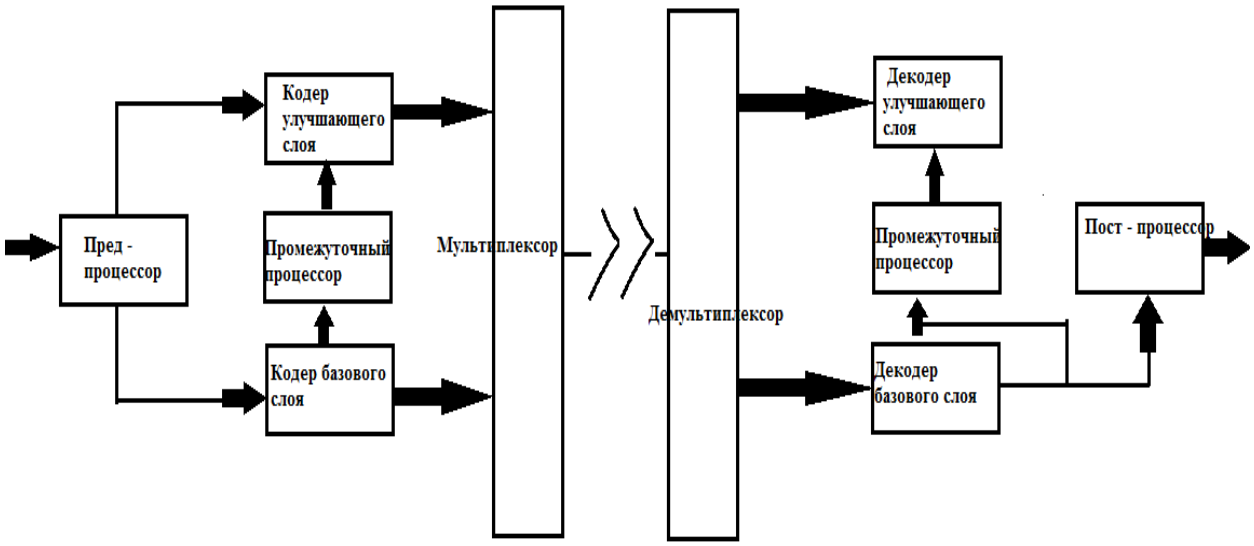


Рисунок 2.9 - Масштабируемое кодирование/декодирование в пункте MPEG-4

Более эффективный метод кодирования текстуры и неподвижных изображений исходится специальным режимом кодирования в MPEG-4, основанным на волновом преобразовании с нулевым деревом. Наряду с высокой продуктивностью сжатия этот метод дает пространственную масштабируемость (до 11 уровней) и непрерывную масштабируемость по качеству. Масштабируемость в MPEG-4 дается переходей для видеообъекта нескольких цифровых потоков - VOL, один из которых базовый, остальные - улучшающие.

Чтобы уменьшить задержку, сначала передают часть данных спрайта с грубым квантованием, а затем добавляют более тонкие структурные функции. Можно также передать часть изображения, необходимую для реконструкции первых VOP, а затем дослать по частям остальные участки спрайта. На практике применяется сочетание обоих методов.

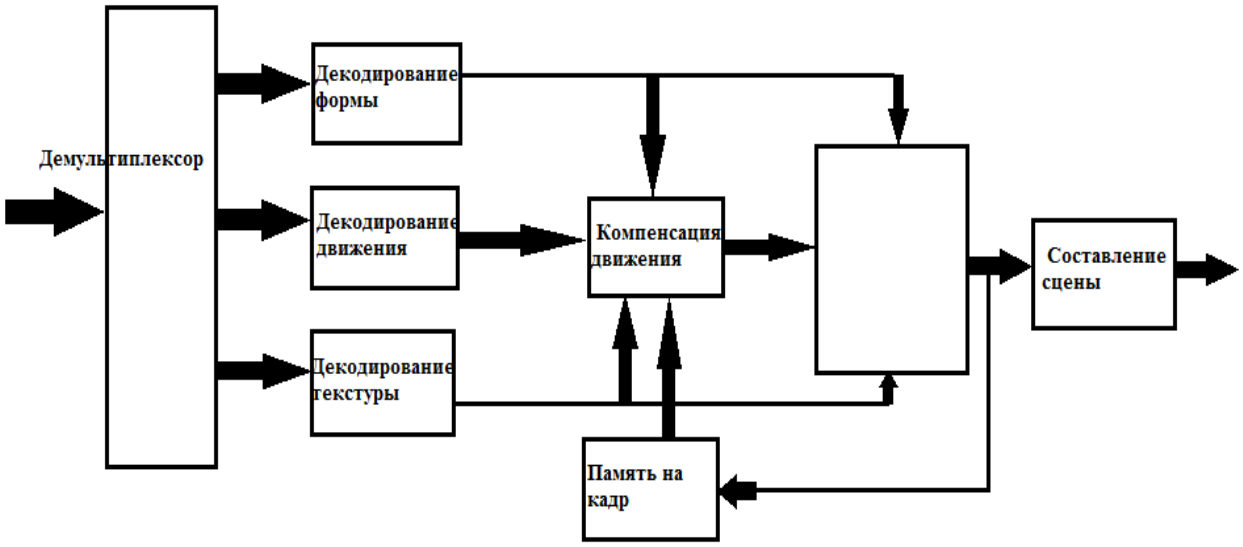


Рисунок 2.10 - Декодирование видеокадра MPEG-4

На рисунке 2.10 схема декодера показана более детально. Здесь видно, как обрабатываются и затем объединяются данные о форме и текстуре изображения. В цифровом потоке визуальной данных имеется дополнительные меры для повышения устойчивости к ошибкам:

- ресинхронизация: после определенного количества битов в поток вводятся маркеры, отмечающие точки, к которым декодер переходит при потере части битов в потоке.

- разделение данных: данные о перемещении и о текстуре разделяются на более мелкие порции для облегчения поиска.

- код расширения заголовка: вводится дополнительная кодозащита в заголовок пакета, повышающая его устойчивость к ошибкам.

Реверсивное кодирование с переменной длиной: кодовые слова реверсивного кода могут декодироваться как с начала, так и с конца. Если декодер встречает поврежденные биты, он не отбрасывает всю оставшуюся часть слова, а декодирует его с противоположного конца до поврежденного участка, минимизируя уменьшения [6].

Синтетические объекты представляют значительный раздел компьютерной графики. В метод MPEG-4 включены следующие операции с объектами такого рода: параметрические сказания синтезированного лица и фигуры; кодирование статических и динамических сеток с отображением текстуры; кодирование текстуры для проективных приложений.

Метод анимации предполагает однократную передачу базового статического образа и последующую досылку сообщений, описывающих динамические замены объекта. В первой версии метода этот метод используется для передачи синтезированного человеческого лица. За основу берется обобщенный шаблон лица с нейтральным выражением - один из хранимых в базе или специально загружаемый на передающей стороне. Он

дополняется индивидуальными чертами, текстурой, выражением с помощью управляющих параметров (Facial Definition Parameters - параметры, определяющие лицо), другая группа параметров (Facial Animation Parameters - параметры анимации лица) изменяет выражение лица, вводит мимику, артикуляцию. Параметры передаются в отдельных потоках, для сжатия используется кадровое кодирование с ДКП.

Профили и уровни метода MPEG-4.

MPEG-4 представляет собой обширный набор средств и пунктов кодирования аудиовизуальных объектов. Чтобы сделать реализацию декодера экономически оправданной и облегчить проверку на соответствие методу, в некоторых пунктах определены ограниченные наборы инструментов, называемые Профилями. Для каждого из профилей установлены один или несколько уровней, ограничивающих требования к вычислительным способностям декодера.

Понятие профиля преобразовано для визуальных объектов, аудио, системы и сказаний сцены. Однако специфика MPEG-4 потребовала некоторых дополнений по сравнению с предшествующими методами. В MPEG-2 видеокадр можно представить себе, как один прямоугольный объект, занимающий всю сцену, и для него достаточно определить один профиль. В MPEG-4 объектов может быть несколько, для каждого оптимальным будет свой профиль, поэтому преобразовано дополнительная градация, как промежуточная между уровнем и профилем — тип объекта. Этот параметр определяет синтаксис (структуру) цифрового потока для одиночного объекта. Профиль же определяет набор типов объектов, которые могут присутствовать в сцене.

Для натуральных объектов определены пять типов объектов:

а) простой — прямоугольный объект с произвольным форматом, использует простые средства кодирования, основанные на I- и P-VOP.

б) простой масштабируемый — прямоугольный объект с пространственным и временным масштабированием.

в) базовый — производный от Простого, с добавлением B-V.

г) основной — дает высшее показатель функционирования, по сравнению с Базовым дополнительно исходит градационное кодирование формы, спрайты, чересстрочное разложение.

д) N-битовый — аналогичен Базовому, но дает квантование плоскостей яркости и цветности с разрядностью от 4 до 12 бит.

Для кодирования неподвижных натуральных визуальных объектов имеется специальный тип объекта:

а) Неподвижная масштабируемая текстура — неподвижное изображение произвольной формы, использует волновое кодирование и пошаговую загрузку и восстановление. Для синтетических объектов определены следующие три типа объектов:

б) Анимированная двумерная сетка — объединяет синтетическую сетку (прямоугольную или топологии Делоне) с натуральным видео, кодируемым

по Базовому типу. Видео может отображаться на сетку и деформироваться путем перемещения ее узлов - это дает интересные анимационные перспективы. Визуальный объект может быть любой формы.

в) Базовая анимированная текстура - анимация неподвижных изображений (таких, как в типе 6).

г) Примитивное лицо - средство анимации человеческого лица. Этот тип объекта не определяет конкретное лицо, анимация может быть использует к любой выбранной модели.

Вторая версия метода добавила три профиля к натуральному видео:

а) Простой усовершенствованный профиль реального времени — дает эффективное кодирование с использованием обратного канала (видеотелефония, телеконференции, дистанционное наблюдение).

б) Базовый масштабируемый профиль — исходит пространственное и временное масштабирование в Базовом профиле.

в) Профиль с улучшенной продуктивностью кодирования — подходит для мобильного приема вещательных передач и других используется, где требуется высокая продуктивность кодирования [7].

В частности, предполагается ввести Студийный профиль, в котором VOP с кодированием формы могли бы передаваться со скоростью несколько сот мегабит в секунду. Низкий уровень этого профиля мог бы комплексно наивысшему уровню профиля «4:2:2» из метода MPEG-2, в двух других уровнях предлагается ввести два подуровня — с дискретизацией «4:2:2» и «4:4:4». Группа MPEG изучает кодирование 2D и 3D анимации, цифровой кинематограф и другие вопросы.

3 Моделирование и исследование речевых сигналов

3.1 Разработка структуры и алгоритма для защиты речевого сигнала в среде Matlab / Simulink

Благодаря развитию телекоммуникационных и мультимедийных технологий огромное количество конфиденциальных голосовых данных перемещается по открытым и общим сетям. Голосовое общение становится заметным в областях используется военных, голоса через IP, электронное обучение, конференцсвязь, телефонная связь, характеристики на рынке ценных бумаг, телевещание новостей.

Эти приложения имеют решающее значение для защиты целостности голосовых данных и защиты конфиденциальности авторизованных пользователей. Вероятные угрозы безопасности в системе голосовой связи, выделенной альянсом по защите голоса через IP, - это социальные угрозы, угрозы перехвата и модификации, угрозы отказа в обслуживании, угрозы злоупотребления служебным сообщением, угрозы физического доступа и прерывания угроз службы. Следовательно, потребность в системе безопасности на высоком уровне является предпосылкой любой защищенной

системы голосовой связи для предотвращения этих атак. Криптографические методы должны разрабатываться и развертываться, что дает решать и удовлетворять растущие требования безопасности защищенной голосовой связи.

Структура предназначен для шифрования блоков определенной длины. Однако может потребоваться шифрование данных не блоками, а, например, символами. Поточный шифр выполняет преобразование входного сообщения на один бит (или байт) за операцию. Алгоритм потокового шифрования устраняет необходимость разделения сообщения на целое число блоков достаточно большой длины, поэтому он может существовать в режиме реального времени. Таким образом, если поток символов передается, каждый символ может быть зашифрован и передан немедленно.

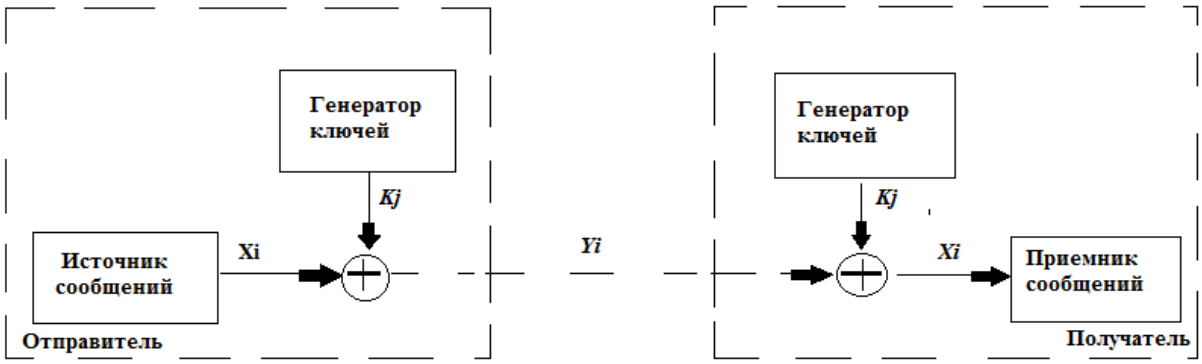


Рисунок 3.1 - Принцип работы шифрования речи

Генератор ключей (генератор псевдослучайных чисел) выводит поток битов g_i, который будет могутся как гамма. Источник сообщения генерирует биты открытого текста a_i, которые добавляются по модулю 2 с гаммой, приводя к битам зашифрованного сообщения d_i

$$d_i = a_i \oplus g_i, \ i = 1,2...n. \tag{3.1}$$

Для того, чтобы восстановить сообщение a_1, a_2, ..., a_n из зашифрованного d_1, d_2, ..., d_n, необходимо произвести точно такой же ключевой последовательности g_1, d_k, ..., g_n, как шифрование, и могут для дешифрования формулу

$$a_i = d_i \oplus g_i, \ i = 1,2...n. \tag{3.2}$$

Как правило, исходное сообщение и последовательность ключи являются независимыми битовыми потоками. Таким образом, поскольку шифрование (и дешифрование) для всех потоковых шифров одинаково, их следует различать только тем способом, в котором построены генераторы

ключей. Оказывается, что безопасность системы однозначно зависит от свойств генератора ключевого потока.

Если генератор потока ключей выдает последовательность, состоящую только из нулей (или из одних «1»), то зашифрованное сообщение будет точно таким же, как исходный бит-поток (в случае отдельных ключей зашифрованное сообщение будет обратным оригинал один).

Если один символ используется как гамма, представленная, например, восемью битами, то, хотя зашифрованное сообщение будет отличаться от исходного, безопасность системы будет низкой. В этом случае при повторном повторении кода ключа по всей длине текста имеется опасность его раскрытия статистическим методом.

Мы объясняем это простым наглядным воображением цифрового текста, закрытого современно развитым кодом ключа методом гаммирования.

Пусть наш генератор ключей (генератор псевдослучайных чисел) выводит поток битов g_{ij}, который будет могутся как гамма. Здесь i=12, j=12.

$$G=\begin{pmatrix} g_{1201} & g_{1202} & \cdots & g_{1212} \\ g_{1101} & g_{1102} & \cdots & g_{1112} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ g_{0101} & g_{0102} & \cdots & g_{0112} \end{pmatrix} \quad (3.3)$$

В нашем случае длина кодовой данных ключи G и длина кодовой комбинации входящей данных источника сообщении (линейные кодовые составляющие каждой фонемы) состоят из 12 символов, так как наше сообщение, которое мы предлагаем зашифровать, то есть линейная кодовая комбинация каждой фонемы состоит из 12 LPC (линейные кодовые) коэффициентов. Для того чтобы сложить по модулю два длину кодовой данных ключи G и длину кодовой комбинации входящей данных, они должны совпадать с разрядностью и первый элемент матрицы g_{0101} равен 000000000000, а следующие элементы должны приходится законом G_{i+1}. И так, наша матрица потока битов генератора псевдослучайных чисел образуется следующем образом:

```
111111110100 111111110101 111111110110 111111110111 111111111000 111111111001 .
                ...        ...    ...    ...   ...   ...                                  ...
                ...        ...    ...    ...   ...   ...                                  ...
                ...        ...    ...    ...   ...   ...                                  ...
000000000000 000000000001 000000000010 000000000011 000000000100 000000000101 .
```

Здесь предлагается зашифровать 12 гласных фонем английского и казахского языка. Известно, что каждая фонема состоит 12 LPC составляющей, которые представляют собой дробное число, то есть одинаковый разряд с ключом и одно и тоже число элементами строки матрицы генератора ключей. Например, если распределить строк матрицы гаммы (ключи G) для гласных фонем казахского и английского языков, то берутся следующие поток битов ключей:

- для казахской фонем «а»>> g_{0101} g_{0102} g_{0103} g_{0104} g_{0105} g_{0106} g_{0107} g_{0108} g_{0109} g_{0110} g_{0111} g_{0112}

- для казахской фонем «ə»>> g_{0201} g_{0202} g_{0203} g_{0204} g_{0205} g_{0206} g_{0207} g_{0208} g_{0209} g_{0210} g_{0211} g_{0212}

- для казахской фонем «о»>> g_{0301} g_{0302} g_{0303} g_{0304} g_{0305} g_{0306} g_{0307} g_{0308} g_{0309} g_{0310} g_{0311} g_{0312}

- для казахской фонемы «ө»>> g_{0401} g_{0402} g_{0403} g_{0404} g_{0405} g_{0406} g_{0407} g_{0408} g_{0409} g_{0410} g_{0411} g_{0412}

- для казахской фонемы «ы»>> g_{0501} g_{0502} g_{0503} g_{0504} g_{0505} g_{0506} g_{0507} g_{0508} g_{0509} g_{0510} g_{0511} g_{0512}

- для казахской фонемы «і»>> g_{0601} g_{0602} g_{0603} g_{0604} g_{0605} g_{0606} g_{0607} g_{0608} g_{0609} g_{0610} g_{0611} g_{0612}

- для казахской фонемы «ұ»>> g_{0701} g_{0702} g_{0703} g_{0704} g_{0705} g_{0706} g_{0707} g_{0708} g_{0709} g_{0710} g_{0711} g_{0712}

- для казахской фонемы «ү»>> g_{0801} g_{0802} g_{0803} g_{0804} g_{0805} g_{0806} g_{0807} g_{0808} g_{0909} g_{1010} g_{1111} g_{1212}

- для казахской фонемы «э»>> g_{0901} g_{0902} g_{0903} g_{0904} g_{0905} g_{0906} g_{0907} g_{0908} g_{0909} g_{0910} g_{0911} g_{0912}

- для казахской фонемы «е»>> g_{1001} g_{1002} g_{1003} g_{1004} g_{1005} g_{1006} g_{1007} g_{1008} g_{1009} g_{1010} g_{1011} g_{1012}

- для казахской фонемы «у»>> g_{1101} g_{1102} g_{1103} g_{1104} g_{1105} g_{1106} g_{1107} g_{1108} g_{1109} g_{1110} g_{1111} g_{1112}

- для казахской фонемы «и»>> g_{1201} g_{1202} g_{1203} g_{1204} g_{1205} g_{1206} g_{1207} g_{1208} g_{1209} g_{1210} g_{1211} g_{1212}

А также:

- для английской фонемы «**ʌ**»>> g_{0101} g_{0102} g_{0103} g_{0104} g_{0105} g_{0106} g_{0107} g_{0108} g_{0109} g_{0110} g_{0111} g_{0112}

- для английской фонемы «**ə**»>> g_{0201} g_{0202} g_{0203} g_{0204} g_{0205} g_{0206} g_{0207} g_{0208} g_{0209} g_{0210} g_{0211} g_{0212}

- для английской фонемы «**æ**»>> g_{0301} g_{0302} g_{0303} g_{0304} g_{0305} g_{0306} g_{0307} g_{0308} g_{0309} g_{0310} g_{0311} g_{0312}

- для английской фонемы «**i**»>> g_{0401} g_{0402} g_{0403} g_{0404} g_{0405} g_{0406} g_{0407} g_{0408} g_{0409} g_{0410} g_{0411} g_{0412}

- для английской фонемы «**e**»>> g_{0501} g_{0502} g_{0503} g_{0504} g_{0505} g_{0506} g_{0507} g_{0508} g_{0509} g_{0510} g_{0511} g_{0512}

- для английской фонемы «**o**»>> g_{0601} g_{0602} g_{0603} g_{0604} g_{0605} g_{0606} g_{0607} g_{0608} g_{0609} g_{0610} g_{0611} g_{0612}

- для английской фонемы «**u**»>> g_{0701} g_{0702} g_{0703} g_{0704} g_{0705} g_{0706} g_{0707} g_{0708} g_{0709} g_{0710} g_{0711} g_{0712}

- для английской фонемы «**ɑ:**»>> g_{0801} g_{0802} g_{0803} g_{0804} g_{0805} g_{0806} g_{0807} g_{0808} g_{0909} g_{1010} g_{1111} g_{1212}

- для английской фонемы «**ə:**»>> g_{0901} g_{0902} g_{0903} g_{0904} g_{0905} g_{0906} g_{0907} g_{0908} g_{0909} g_{0910} g_{0911} g_{0912}

- для английской фонемы «**i:** »>> g_{1001} g_{1002} g_{1003} g_{1004} g_{1005} g_{1006} g_{1007} g_{1008} g_{1009} g_{1010} g_{1011} g_{1012}

- для английской фонемы «**ɔ:** »>> g_{1101} g_{1102} g_{1103} g_{1104} g_{1105} g_{1106} g_{1107} g_{1108} g_{1109} g_{1110} g_{1111} g_{1112}

- для английской фонемы «**u:** »>> g_{1201} g_{1202} g_{1203} g_{1204} g_{1205} g_{1206} g_{1207} g_{1208} g_{1209} g_{1210} g_{1211} g_{1212}

К примеру, известно из второй главы, что линейно-кодовые составляющие (источник сообщений) английской фонемы «а»:

«а» = [-0,7464 -0,1079 -0,0737 -0,0117 0,0405 -0,0582 -0,0667 0,0919 -0,0389 -0,0112 -0,0700 0,0711]

Если перевести этих составляющих в бинарную форму, то:

Число: -0.7464_{10} в десятичной системе счисления и перевести его в двоичную. Дробная часть числа приходится умножением на основание новой

7464
928
856
712
424
848
696
392
784
568
136

272

Получилось $-0.7464_{10} = -0.10111111000_2$. Сложим вместе целую и дробную часть вот так: $-0_2 + -0.10111111000_2 = -0.10111111000_2$

Если привести всех информационных чисел в двоичной форме:

a_1	-0.7464	-0.10111111000
a_2	-0,1079	-0.00011011100
a_3	-0,0737	-0.00010010110
a_4	-0,0117	-0.00000010111
a_5	0.0405	0.00001010010
a_6	-0,0582	-0.00001110111
a_7	-0,0667	-0.00010001000
a_8	0,0919	0.00010111100
a_9	-0,0389	-0.00001001111
a_{10}	-0,0112	-0.00000010110
a_{11}	-0.0700	-0.00010001111
a_{12}	0.0711	0.00010010001

Таким образом, кодирование фонемы «а» ключом G (первая строка матрицы – элементы g_{0101}-g_{0112}) выполняется сложением по модулю два(XOR):

И так, наши закодированные сообщения:

d_{01}	-0.10111111000
d_{02}	-1.00011011100
d_{03}	-10.00010010110
d_{04}	-11.00000010111

d_{05}	100.00001010010
d_{06}	-101.00001110111
d_{07}	-110.00010001000
d_{08}	111.00010111100
d_{09}	-1000.00001001111
d_{10}	-1001.00000010110
d_{11}	-1010.00010001111
d_{12}	1011.00010010001

Чтобы из закодированного сообщения d_{ij} восстановить входное сообщение a_i, необходимо сгенерировать точно такую же ключевую последовательность g_{ij}, что и при шифровании.

Предложенный алгоритм используется при переходе звуковых данных в режиме реального времени при потоковом шифровании [8].

Генератор псевдослучайных чисел (PRNG), также известный как детерминированный генератор случайных битов (DRBG), является алгоритмом для генерации последовательности чисел, свойства которой аппроксимируют свойства последовательностей случайных чисел.

Сгенерированная PRNG последовательность не является действительно случайной, поскольку она однозначно приходится начальным значением, называемым семенем PRNG (который может включать в себя по-настоящему случайные значения). Хотя последовательности, которые ближе к действительно случайному, могут быть сгенерированы с использованием генераторов случайных чисел аппаратных средств, генераторы псевдослучайных чисел на практике важны для их скорости генерации числа и их воспроизводимости [9].

Сравнительный анализ гласных фонем английского, русского и казахского языков представлен на рисунке 3.2. Фонемы «ʌ» в четырех интерпретациях представлены на рисунке 3.3. Фонемы «ə» в четырех интерпретациях представлены на рисунке 3.4.

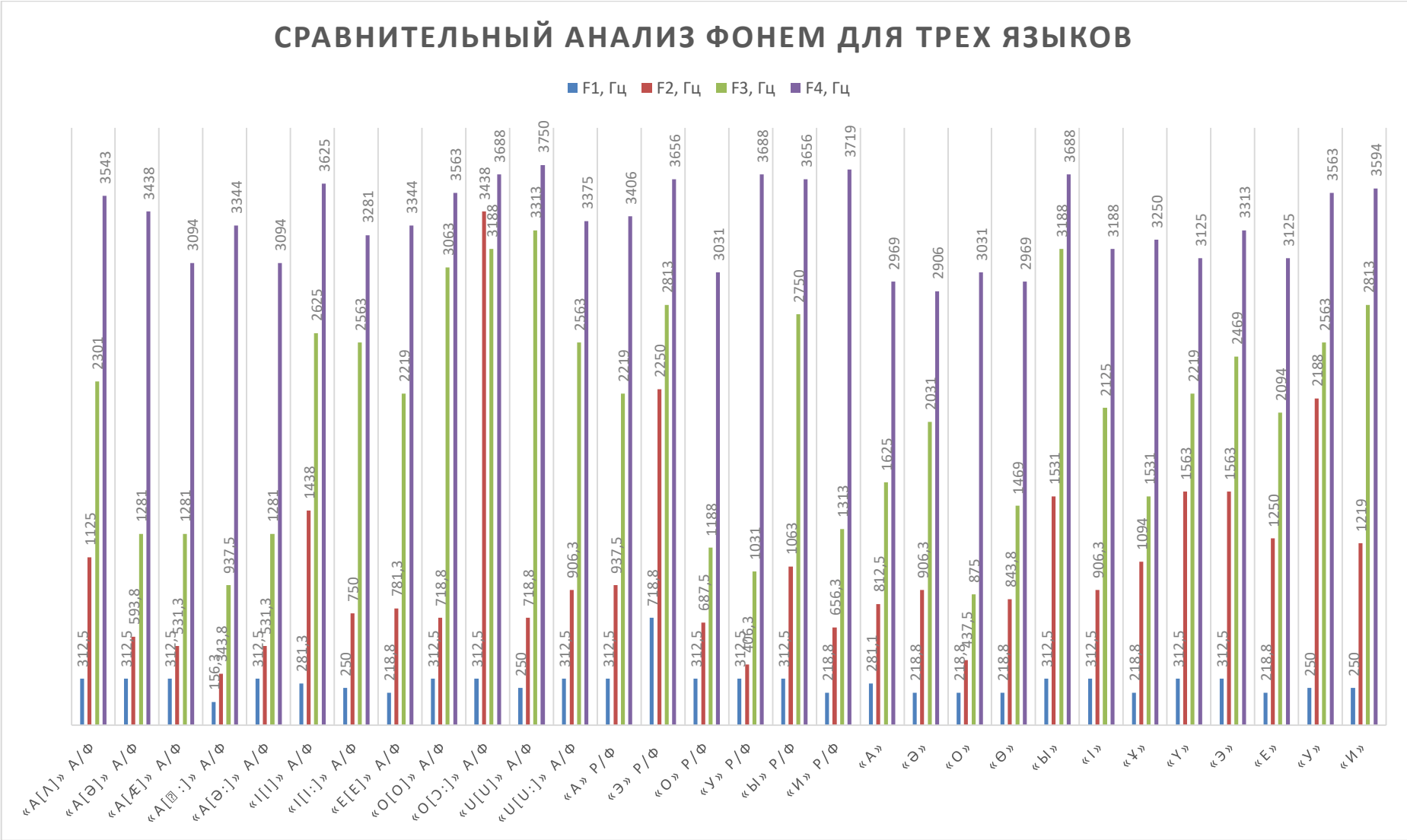
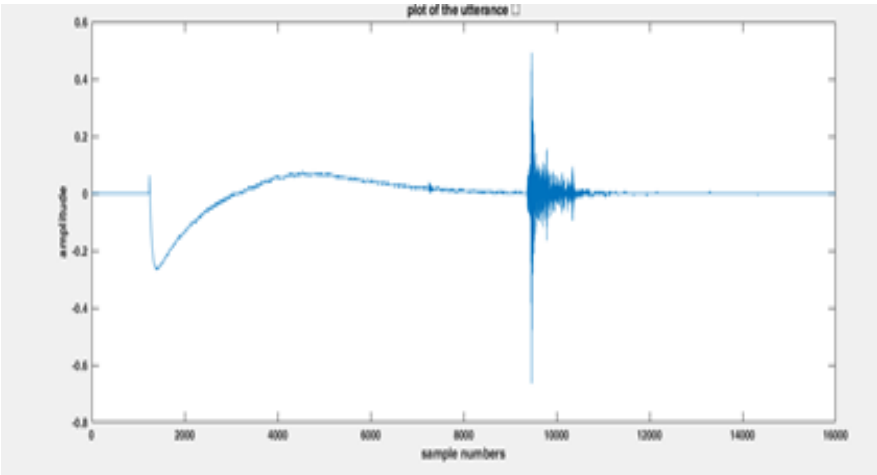
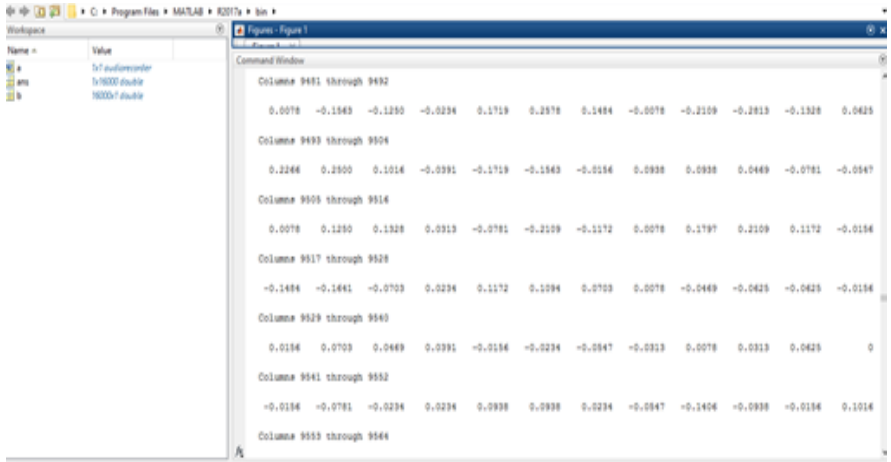


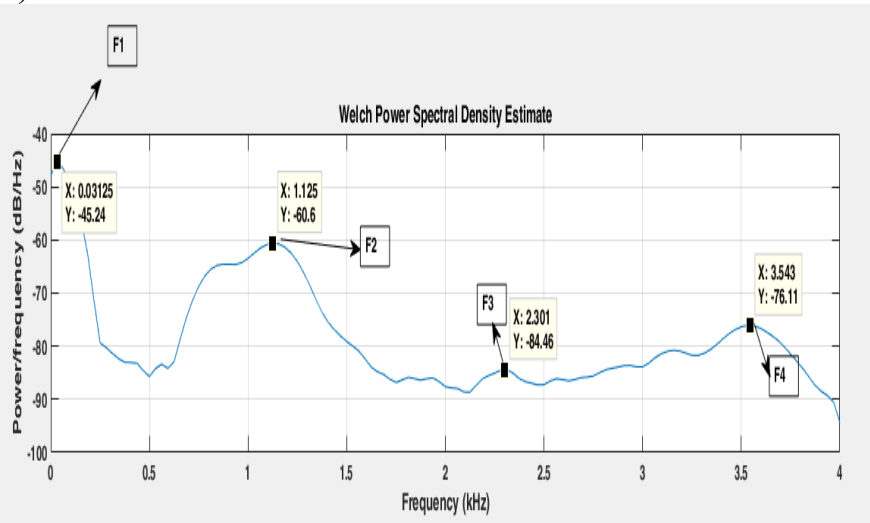
Рисунок 3.2 – Сравнительный анализ гласных фонем английского, русского и казахского языков



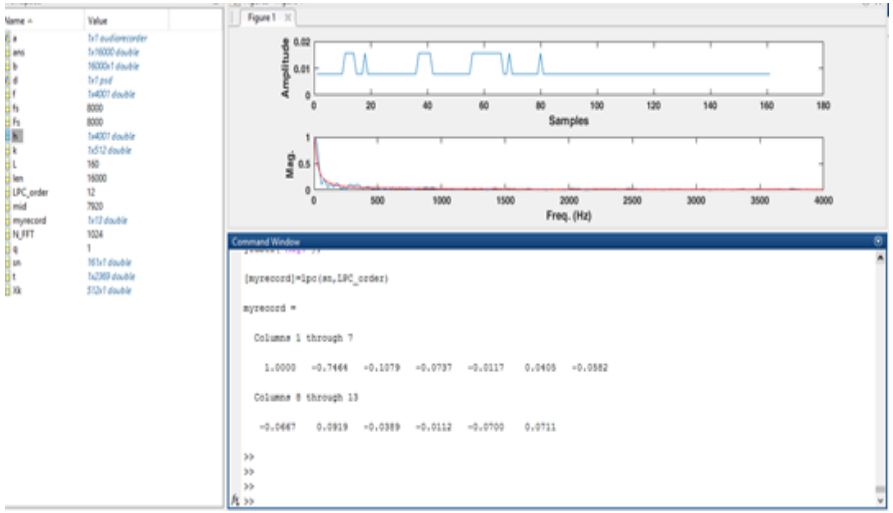
а)



б)

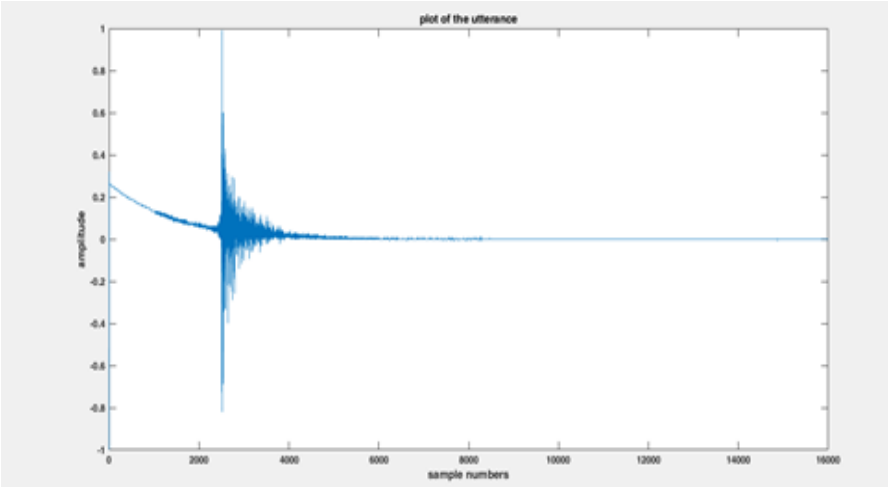


в)

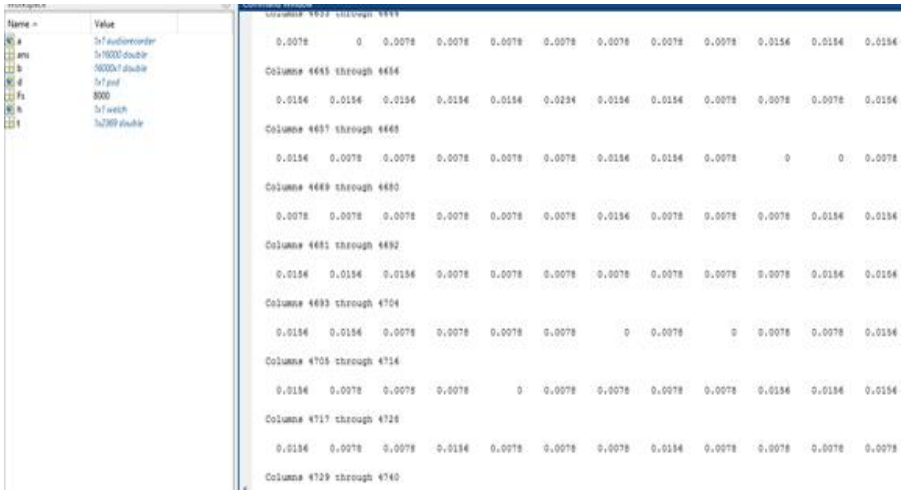


г)

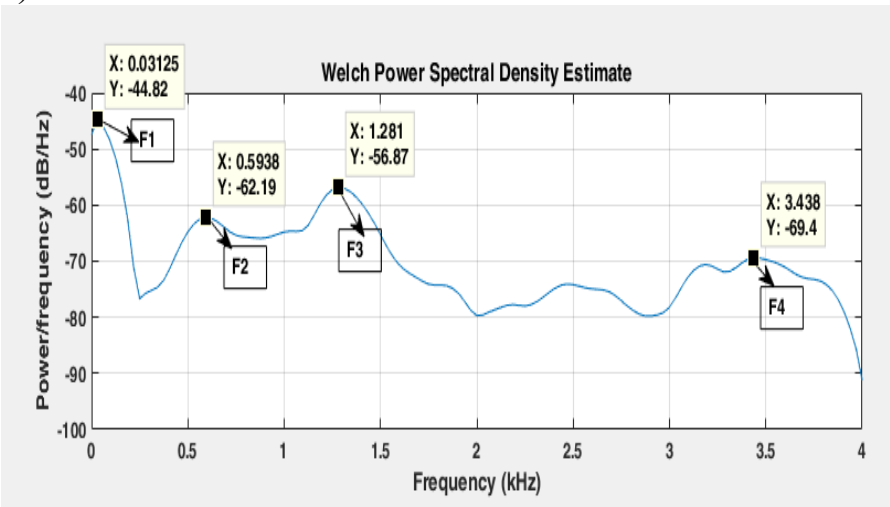
Рисунок 3.3 - Фонемы «л» в четырех интерпретациях



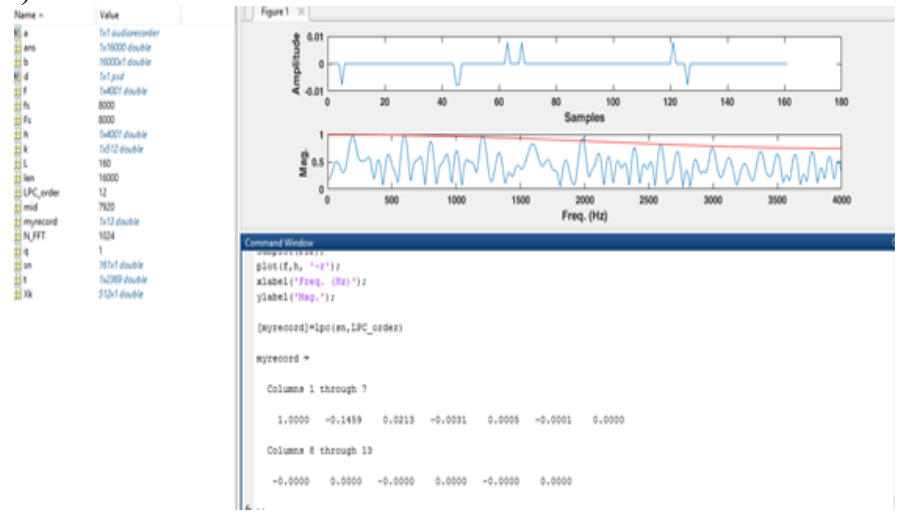
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.4 – Фонемы «ə» в четырех интерпретациях

4 Основы безопасности и жизнедеятельности

4.1 Гидравлический расчет автоматического пожаротушения на основе дымовых пожарных преобразователей ДИП – 31

Основные параметры пожаротушения на телевизионной студии:

- серверная комната телевизионной студии площадь, которой 27 м^2, геометрические параметры комнаты $4{,}5 \times 6 \times 3{,}4$;

- серверная комната телевизионной студий приходится на цокольном этаже, вследствие не имеет окон, т.е. нет прямых попаданий солнечных лучей;

- помещение для съемочной группы 27 м^2, но опытным операторам и постановщикам удается дать ощущение большого пространства благодаря широкоугольному ракурсу;

- в телевизионной рабочей студии операторов устанавливают специальные наливные полы для обеспечения абсолютной горизонтальности, хорошей устойчивости, бесшумному хождению и перекатыванию камер;

- рабочая зона операторов оснащена флуоресцентным («холодным») светом, который равномерно распределяет рассеянный свет;

- освещение в телевизионной студии приходится только на системах подвеса. Это более удобный метод, чтобы нести достаточную нагрузку несущих элементов;

- телевизионная студия оснащена надежным охлаждением инструментов, в значимости стойки с аппаратурой и консоли;

- разъездные дорожки для камер, оператор использует их при наездах и отъездах, а также при фокусе над форматом кадра;

- операторы используют цифровой аудио микшер (звуковое сопровождение) как самый наиболее выгодный из серии звукооператоров, так как аудио микшер имеет несколько фейдер источников, что дает быстрой работы уровня звука;

- при работе с электронными приборами могут возникнуть различные предвестники для непредвиденных ситуации, с целью предотвращения подобного рода ситуации установим в телевизионной студии системы противопожарной защиты;

- водяная система пожаротушения не подходит для тушения электронных приборов, могут привести к короткому замыканию проводов и порче техники;

- порошковая система пожаротушения не подходит, так как не способна потушить очаг возгорания в труднодоступном месте (если сервер дымиться в шкафу);

- газовое пожаротушение является наиболее оптимальным видом пожаротушения, так как огнетушащее вещество распространяется.

Изображение плана помещения телевизионной студии представлено на рисунке 4.1.

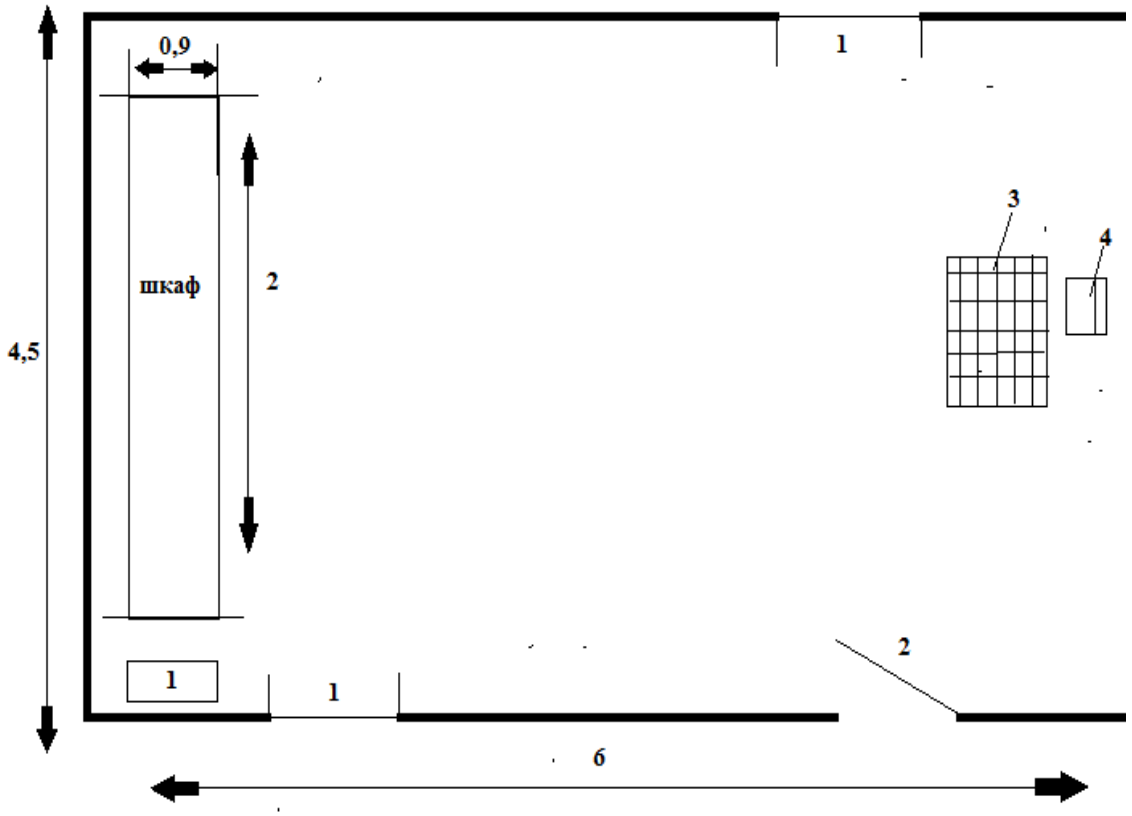


Рисунок 4.1 - План помещения

Главные правила по технике безопасности при работе с пожарным извещателем «ДИП-31»:

Телевизионная студия, в которой непосредственно работают операторы площадью около 27 квадратных метров и высотой потолка 3 метра дается установка одного извещателя «ДИП-31».

Место установки извещателя пожарной сигнализации приходится с учетом движения воздушных потоков к вытяжным и вентиляционным системам, в нашем случае установка извещателя монтируется на потолке.

Основным местом установки извещателя на потолке является центр соединения двух фигур в прямоугольную область.

Время эвакуации людей из телевизионной студии вычисляется по формуле.

$$t = \frac{L}{V} = \frac{10}{100} = 0{,}1 \text{ мин} = 6 \text{ (с)}, \tag{4.1}$$

где L – максимальная длина пути эвакуации люде, м;

V – скорость движения людей, м/мин.

Масса комбинированного углекислотно – хладонового состава можно рассчитать по формуле

$$\mathrm{m_d} = \mathrm{k_6} \cdot \mathrm{q_н} \cdot \mathrm{V} = 1{,}07 \cdot 0{,}37 \cdot 91{,}8 = 36{,}34 \text{ (кг)}, \tag{4.2}$$

где k_6 коэффициент компенсации не учитываемых потерь углекислотно-хладонового состава;

$q_н$ нормативная огнетушащая концентрация комбинированного состава принимается 0,37 кг/м^3 для помещений категории А и Б по пожар взрывоопасности и 0,22 кг/м^3 для помещений категории В;

V - объем защищаемого помещения, м^3

Расчетное число баллонов ξ_2 приходится из расчета вместимости в 40 – литровый бидон 25 кг углекислотно – хладонового состава.

Количество баллонов 2 (25кг).

Внутренний диаметр магистрального трубопроводаd_i,мм, можно определить по формуле

$$d_i = d_1 \cdot \sqrt{\xi_2} = 10 \cdot \sqrt{2} = 10 \cdot 1{,}42 = 14{,}2 \text{ (мм)}, \tag{4.3}$$

где d_1 – диаметр сифонной трубки баллона, мм;

ξ_2 – число в одно и то же время разряжаемых баллонов

Эквивалентная длина магистрального трубопровода l_2,м, можно определить по формуле

$$l_2 = k_7 \cdot l = 1{,}2 \cdot 70 = 84 \text{ (м)}, \tag{4.4}$$

где k_7 коэффициент большинства длины трубопровода для компенсации неучитываемых местных потерь, $k_7 = 1{,}2$;

l – длина трубопровода по проекту, м.

Площадь сечения выходного отверстия оросителя можно определить по формуле

$$A_3 = \frac{S}{\xi_1} = \frac{91{,}8}{6} = 15{,}3\ (\text{мм}^2), \tag{4.5}$$

где S- площадь сечения магистрального трубопровода, мм^2;

ξ_1 – число оросителей

Расход углекислотно – хлодонового состава $Q, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$, зависит от эквивалентной длины и диаметра трубопровода, $Q = 0.8$.

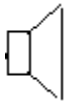
Расчетное время подачи углекислотно – хлодонового состава t, мин, можно определить по формуле

$$\text{t} = \frac{\text{m}_\text{d}}{60\text{Q}} = \frac{36{,}34}{60 \cdot 0{,}8} = 0{,}75\ (\text{мин}), \tag{4.6}$$

$$m = 1{,}1 \cdot m_d \cdot \left(1 + \frac{k_8}{k_6}\right) = 1{,}1 \cdot 36{,}34 \cdot \left(1 + \frac{0{,}2}{1{,}07}\right) = 47{,}44\ (\text{кг}), \tag{4.7}$$

где k_8-коэффициент, учитывающий остаток углекислотно – хлодонового состава в баллонах и трубопроводах, $k_8 = 0.2$.

Mgp – модуль газового пожаротушения;

 Sr - звуковой оповещатель

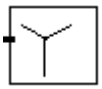
PS1 - преобразователь пожарный дымовой

Lamp1- световое табло

PS2- преобразователь пожарный дымовой

Lamp2 - световое табло «газ уходи»

Lamp3 - световое табло «газ не входи»

 IPR - преобразователь пожарный ручной

На рисунке 4.2 представлена структурная схема дымохода пожарного извещателя ДИП – 31.

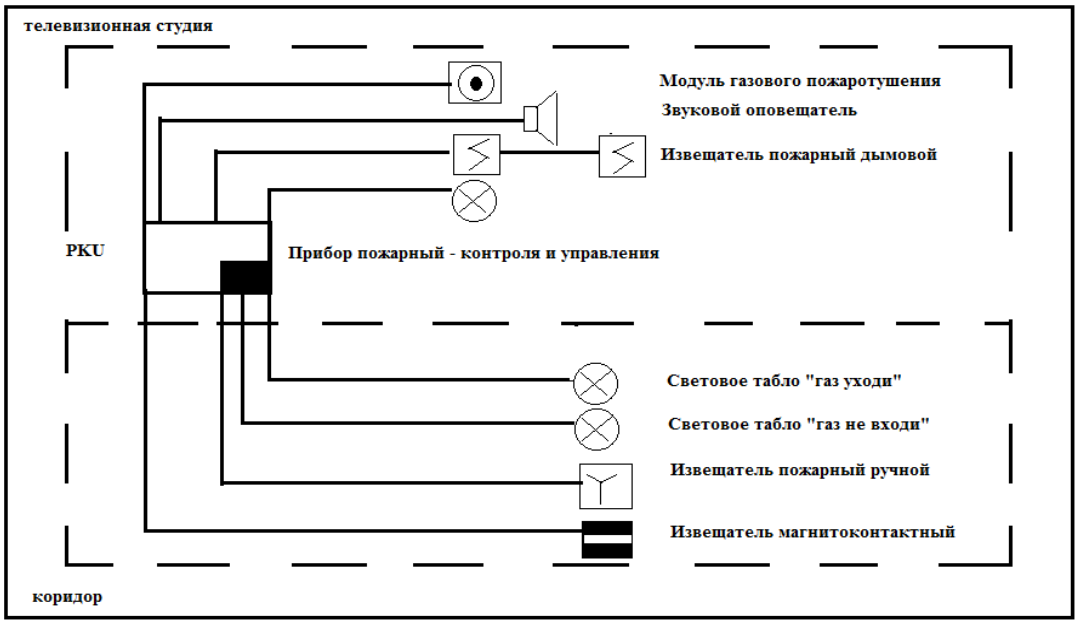


Рисунок 4.2 - Структурная схема дымохода

На рисунке 4.3 представлена схема работы газового пожаротушения.

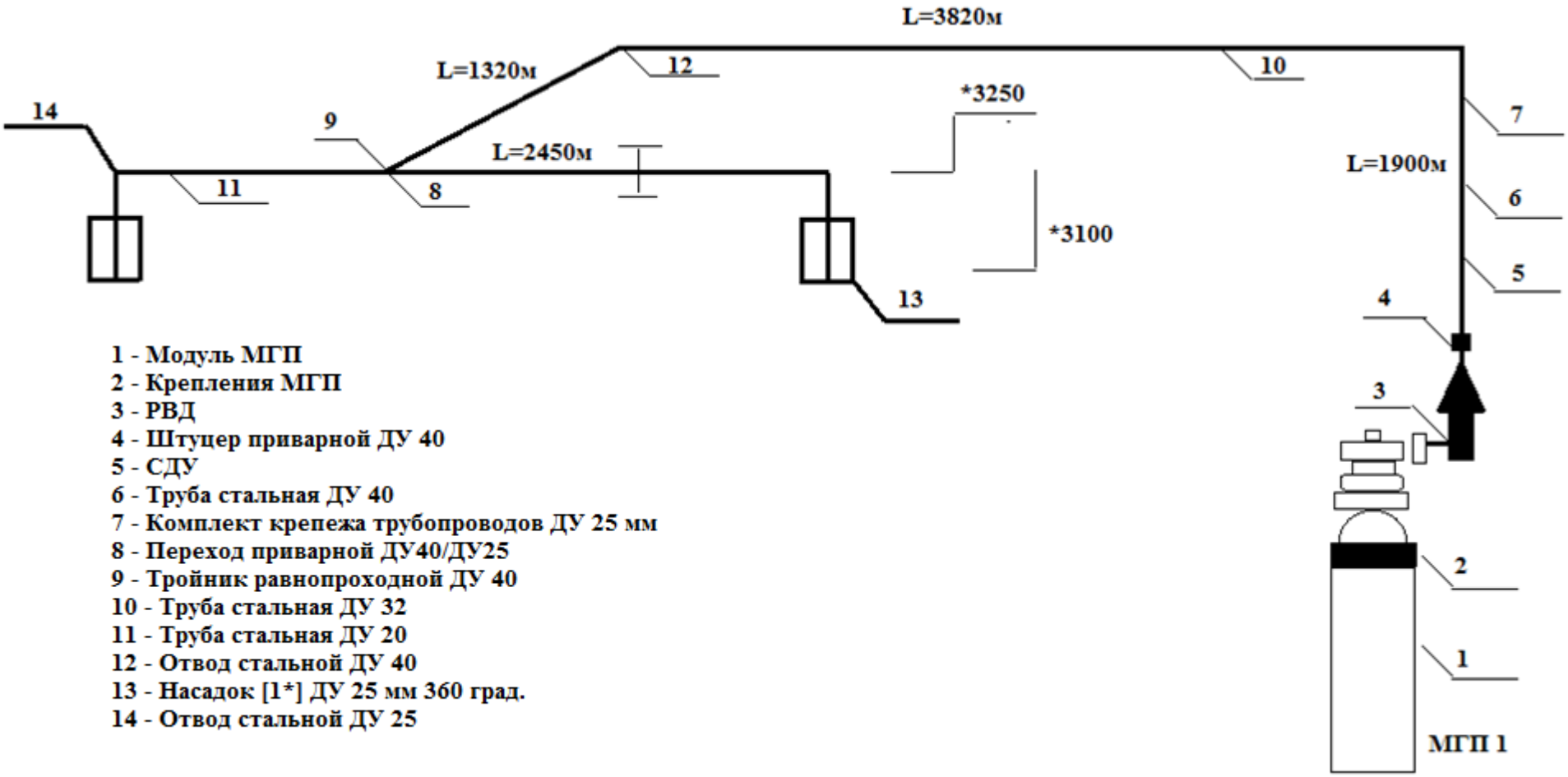


Рисунок 4.3 - Схема работы газового автоматического пожаротушения на основе гидравлического расчета

5 Экономическая часть

5.1 Расчет экономической эффективности проектируемой цифровой сети

Капитальные затраты на организацию сети рассчитываются: на оборудование, на линейные сооружения, на оборудование электропитающих устройств.

Кроме того, учитываются затраты на проектно-изыскательские работы, разработку и согласование рабочего проекта.

Общие капитальные вложения.

$$\sum К = К_о + К_с + К_м + К_{тр}, \quad (5.1)$$

где $К_о$ – капитальные вложения на приобретение оборудования (линейных, стационарных и др.);

$К_с$ – капитальные вложения на строительство;

$К_м$ – капитальные вложения на монтажные работы;

$К_{тр}$ – капитальные вложения на транспортные расходы (5-10% от стоимости оборудования).

Расчет капитальных затрат на линейные сооружения сведен в таблицу 5.1

Таблица 5.1 – Капитальные затраты на линейные сооружения

Наименование затрат	Количество	Сметная стоимость, тенге	Общая цена, тыс.тенге
кабель коаксиальный LCF12-50J, метр	90	345	31050
муфта 3 КВТп-10 (25-50) с наконечниками, шт	3	1169,1	3507,3
Итого			34557,3
Стоимость неучтенного оборудования, тенге	10	345,5	3455
Итого			38012,73
Транспортные расходы, %	10		3455,73
Монтажные работы, %	5		1727,86
Капитальные вложения на строительство			125000,75
Всего по смете			168 196,64

Капитальные затраты на оборудование ретранслятора приходится по смете (таблица 5.1). Сметная стоимость оборудования приходится с учетом транспортных затрат [10].

Транспортные расходы рассчитываются укрупненно в размере 10% от стоимости оборудования.

$$Ктр = 0,1 \cdot Ко = 0,05 \cdot 34557,3 = 3455,73 \text{ (тенге)} \quad (5.2)$$

Монтаж оборудования, пуско-наладка производится инженерами-монтажниками, расходы составляют 5 % от стоимости всего оборудования и рассчитываются по формуле

$$Км = 0,05 \cdot Ко = 0,05 \cdot 34557,3 = 1727,86 \text{ (тенге).} \quad (5.3)$$

Сумма капитальных вложении составляет

$$\sum К = 34\,557,3 + 3455 + 125000,75 + 3455,73 + 1727,86 = 168196,64 \text{ (тыс.тенге).} \quad (5.4)$$

Эксплуатационные затраты представляют собой стоимостную оценку использованных в функция производства за определённый период (год) трудовых ресурсов, основанных фондов и обратных средств.

$$\sum Э = ФОТ + С_с + М + Э + A + Н, \quad (5.5)$$

где ФОТ – фонд оплаты (основная и дополнительная заработная оплата);

$О_с$ – социальный налог (13 % от ФОТ);

М –материальные затраты и запасные части (расходы на текущий ремонт составляют 0,5% от капитальных вложений);

Э – электроэнергия для производственных нужд;

А – амортизационные отчисления;

Н – накладные расходы (косвенные расходы, сюда можно отнести все неучтенные расходы – управленческие, хозяйственные, выплаты за обучение кадров, транспортные расходы).

Для расчета годового фонда оплаты труда необходимо знать среднегодовую численность эксплуатационных кадров и среднемесячную заработную плату с учетом районного коэффициента. Численность работников, обслуживающих оборудование ретранслятора $Ч_0$ =3.

С учетом того, что средняя заработная плата одного работника составляет 120 тысяч тенге в месяц, можно рассчитать годовой фонд оплаты труда.

$$ФОТ = 120,0 \cdot 12 \cdot Ч_о \text{ (тенге),} \quad (5.6)$$

$$ФОТ = 120,0 \cdot 12 \cdot 3 = 4\,320\,000 \text{ (тенге),} \quad (5.7)$$

$$О_с = 9{,}5\ \% \cdot ФОТ = 9{,}5\% \cdot 4\ 320\ 000 = 410\ 400\ (тенге), \quad (5.8)$$

$$М = 0{,}5\% \cdot К = 0{,}5\% \cdot 168\ 196{,}64 = 840{,}98\ (тенге). \quad (5.9)$$

Затраты электроэнергии на оборудование находится по формуле

$$Сэл = W \cdot T \cdot S \cdot 21 \cdot 12\ (тенге), \quad (5.10)$$

где W – потребляемая мощность, кВт

W=16,8кВт;

T – время работы, ч/год;

S – тариф, равный 1 кВтч=19тг;

Сэл = W·T·S·21·12=16,8·19·21·12= 80 438,8 тенге;

$А_о$=На · ∑К

где $Н_а$- норма амортизации;

∑К – стоимость оборудования.

Тогда амортизационные отчисления составляют

$$А_0 = На \cdot \sum К = 0.25 \cdot 168196{,}64 = 42\ 049{,}16\ (тенге), \quad (5.11)$$

$$К = 155{,}000\ (тенге), \quad (5.12)$$

$$Н = 3455{,}73 + 1727{,}86 = 5\ 183{,}59\ (тенге), \quad (5.13)$$

$$\sum Э = 4\ 320\ 000 + 410\ 400 + 840{,}98 + 80\ 438{,}8 + 42\ 049{,}16 + \\ +5\ 183{,}59 = 4\ 858\ 912{,}53\ (тенге). \quad (5.14)$$

Таблица 5.2 – Годовые эксплуатационные расходы

Показатель	Сумма тенге
ФОТ	4 320 000
Отчисления на социальные нужды (Ос)	410 400
Затраты на материалы и зап. части	840,98
Амортизационные отчисления ($А_0$)	42 049,16
Затраты на электроэнергию (Э)	80 438,8
Накладные расходы (Н)	5 183,59
ИТОГО	4 858 912,53

Доходами от ввода сети в эксплуатацию считается абонентская плата за пользование пакетом каналов РТРС1 состоящий: 10 телеканалов и 3 радиоканала.

Годовые эксплуатационные расходы представлены в таблице 5.2.

Доход за час вещания пакета РТРС1 находится

$$Д_{час} = 10 \cdot (1{,}78 + 4{,}63 + 1{,}61 + 6) + 30 \cdot (4{,}63 + 0{,}17 + 0{,}49 + +0{,}19) = 244{,}64\ (\frac{тенге}{час}). \quad (5.15)$$

Доход за день $Д_{день}$ находится по формуле 5.15

$$Д_{день} = Д_{час} \cdot 21 = 244{,}64 \cdot 21 = 5137{,}44\ (\frac{тенге}{час}), \quad (5.16)$$

$$Д_{общ} = 3 \cdot Д_{день} \cdot 365 = 3 \cdot 5137{,}44 \cdot 365 = 5\ 625\ 496{,}8\ (тыс.\ тенге). \quad (5.17)$$

Для оценки экономической эффективности проекта используется метод дисконтирования, позволяющий привести к точно такой же размерности во времени разность между всеми полученными средствами и затратами по каждому шагу проектирования (чистый дисконтированный поток денежных средств) [11].

Улучшение инвестиционных проектов оценивается с помощью следующих показателей: чистый прибыльный доход; показатель доходности; время возврата.

Рассчитываются эти показатели по нижеприведенным формулам:

Уровень общей – (абсолютной) экономической оригинальности общих вложений

$$Е_а = \frac{Д - Э}{К} = \frac{П}{К}, \quad (5.18)$$

где Д – доходы от основной деятельности;

Э – строительные расходы;

П – чистый доход

Для расчета времени возврата необходимо определить чистый доход и доход предприятия после фиксированной стоимости.

Прибыль от выполнения услуг определяется по формуле

$$ЧП = П - КПН, \quad (5.19)$$

где П - прибыль от выполнения услуг;

КПН – общая стоимость с учетом вычитания. Сумма вычета в бюджет составляет 20% от дохода предприятия.

Чистая прибыль после фиксированной стоимости в соответствии с формулой (5.19) составит

$$ЧП = 766\ 584{,}27 - 153\ 316{,}854 = 613\ 267{,}416\ (тенге), \quad (5.20)$$

$$П = 5\ 625\ 496{,}8 - 4\ 858\ 912{,}53 = 766\ 584{,}27\ (тенге), \quad (5.21)$$

$$КПН = 0.2 \cdot 766\,584,27 = 153\,316,854 \text{ (тенге).} \quad (5.22)$$

Уровень экономической оригинальности проекта рассчитывается по формуле:

Уровень общей – (абсолютной) экономической оригинальности общих вложений - при строительстве нового объекта, предприятия.

$$E_a = \frac{613\,267,416}{168\,196,64} = 3,6. \quad (5.23)$$

Время возврата общих вложений – время возвратности средств, является показателем, обратным уровень общей (абсолютной) оригинальности:

$$T = \frac{1}{E} = 0,2 \text{ (года),} \quad (5.24)$$

где Е – абсолютная экономическая улучшение;

Т – время возврата общих вложений

где Е – абсолютная экономическая улучшение;

Т- время возврата общих вложений.

Плановое время возврата общих вложений характеризует период времени в годах, в течение которого вложенные средства полностью возместятся прибылью, получаемой в соответствии с нормативным уровень сравнительной экономической оригинальности.

Нормативный уровень сравнительной экономической оригинальности 2 месяца.

Заключение

В дипломном проекте были исследованы временные, спектральные характеристики речевого сигнала. Получены линейно - кодовые значения речевого сигнала. Проведен сравнительный анализ фонемных значений для трех языков и установлены главные различия и сходства в акустических характеристиках фонем.

Предложена структура модели для многоуровнего кодирования с использованием линейно - кодовые значения речевого сигнала и генератора псевдослучайных чисел. По разработанному алгоритму проведен расчет с улучшением линейно-кодовых значений, кодирование и декодирование речевого сигнала.

В дипломном проекте были проведены проектно – изыскательные работы, вычислены капитальные вложения и чистый доход по завершению проекта. Оценка экономической эффективности проекта равна 3,6. Из этого можно сделать вывод, что проект экономически успешен и срок его окупаемости 2 месяца.

Основную роль в дипломном проекте сыграл раздел безопасности жизнедеятельности, так как в нем представлен гидравлический расчет газового автоматического пожаротушения, который был выполнен путем моделирования и выполнение всех указанных правил по отношению к правилам пожаротушения.

Основной отличительной характеристикой является то, что весь расходный материал на автоматическое пожаротушение в телевизионной студии наполнен менее опасными веществами легкой концентрации, что дает быстрому улетучиванию в воздухе.

Список литературы

1. Мамаев Н.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. Цифровое телевидение/Под ред. Н.С.Мамаева. –М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 180 с.

2. Локшин Б.А. Цифровое вещание: от студии к телезрителю. –М.: Компания Сайрус системс, 2001.

3. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.

4. Севальнев Л.А. Эфирное вещание цифровых телевизионных программ со сжатием данных//Теле-Спутник. - 1998. - № 10. - С. 56-64.

5. Сети телевизионного и ОВЧ ЧМ вещания: Справочник/ М.Г. Локшин, А.А. Шур, А.В. Кокорев, Р.А. Краснощеков. - М.: Радио и связь, 1988.

6. Кантор Л.Я., Соколов А.В., Кривошеев М.И. и др. Принимаем непосредственно из космоса/ Под общ. ред. А.В. Гороховского и А.В. Соколова. - М.: ЗАО Журнал "Радио", 1998.

7. Гласман К. Метод цифрового наземного телевидения DVB-T//"625". - 1999. - № 9. – С. 72-85.

8. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений/А.В. Дворкович, Ю.Б. Зубарев, Г.Н. Мохин, В.П. Нечепаев, Н.П. Новинский; под ред. Ю.Б. Зубарева и В.П. Дворковича. - М.: Международный центр научной и технической данных, 1997.

9. Берсон В. Цифровой терминал для приема программы НТВ-Плюс//Теле-Спутник: Справочник. - 1999. - С. 29-31.

10. Зелевич Е. Цифровое радиовещание становится реальным//Технологии и средства связи. - 1999. - № 5. - С.90-93.

11. Зелевич Е. Прогресс цифрового радиовещания в НЧ, СЧ, и УКВ диапазонах//Технологии и средства связи. - 1999. - № 2. - С. 18-22.