

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

САМАРКАНДСКИЙ ФИЛИАЛ ТАШКЕНТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет “Телекоммуникационных технологий и профессионального
образования”

Кафедра “Телекоммуникационный инжиниринг”

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

для получения академической степени бакалавра по направлению
5522200-“Телекоммуникация”

**ТЕМА: Анализ эффективности алгоритмов и методов ортогональных
преобразований видеoinформации в системах сотовой связи**

Выпускная квалификационная работа
рекомендовано к защите решением
кафедры «Телекоммуни-кационный
инжиниринг» протоколом № __ от
__ мая 2014 г.

Заведующий кафедра
_____ доц. **Жуманов Х.А.**

Выполнил: студент 4-го курса

_____ **Марданов Ф.**

Научный руководитель:

Ведущий специалист региональ-
ного управления Самаркандской
области ГКСИТТ РУз

_____ **Мавланов У.**

Самарканд – 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. МОБИЛЬНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ	7
1.1. Краткий обзор мобильной телекоммуникации	7
1.2. Анализ технологий передачи данных в системах мобильной связи	16
1.3. Мобильное ТВ по DVB-H	19
1.4. Мобильное ТВ по IP	25
1.5. Мировой опыт мобильного ТВ	28
2. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ СОТОВОЙ СВЯЗИ	31
2.1. Стандарт MPEG-4 и видео-системы	31
2.2. Ортогональное преобразование видеоизображений	37
2.3. Анализ современных микропроцессорных устройств для обработки видео в реальном масштабе времени	40
2.4. Обзор методов сжатия мультимедийной информации	43
2.5. Анализ методов нейросетевого сжатия видеоданных	46
2.6. Исследование эффективности работы вейвлет видео кодеков	48
3. ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	52
3.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	52
3.2. Требования безопасности оборудования и организации рабочего места оператора	53
3.3. Инструкция по охране труда	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
ЛИТЕРАТУРА	61

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Огромное количество аудио-визуальной информации стало доступно в цифровой форме, в виде цифровых архивов, во всемирной паутине, в виде широковещательных потоков, а также в форме частных или профессиональных баз данных. Значение информации часто зависит оттого, насколько ее легко найти, извлечь, отфильтровать и управлять [1,4].

Технической основой создаваемой в Узбекистане информационной среды становятся современные видеоинформационные системы. Они обеспечивают цифровую передачу динамических изображений, речи, звука, иных данных по каналам с различной пропускной способностью (видеотелефон, стационарная и мобильная видеоконференцсвязь, интерактивные телевизионные системы и пр.) [11].

В ближайшие несколько лет, пользователи столкнутся с таким большим числом мультимедийных материалов, предоставляемых разными провайдерами, что эффективный доступ к этому почти бесконечному материалу представляется трудно вообразимым. Несмотря на тот факт, что пользователи имеют увеличивающиеся ресурсы, управление ими становится все более сложной задачей, из-за их объема. Это касается как профессионалов, так и пользователей. Вопрос идентификации и управления материалами не ограничивается приложениями доступа к базам данных, таким как цифровые библиотеки, но распространяются в сферу выбора широковещательных каналов, мультимедийного редактирования и служб мультимедийных каталогов. Протокол MPEG-7 призван решить многие из этих проблем [6].

Состояние и перспективы развития информационных технологий в начале XXI века характеризуются становлением и широким практическим использованием техники цифровой обработки сигналов – одной из самых динамичных и быстро развивающихся технологий в мире телекоммуникаций и информатизации общества. Цифровая обработка сигналов (ЦОС) – это

информатика реального времени, призванная решать задачи приема, обработки, сокращения избыточности сигнала и передачи информации в реальном времени [7].

Внедрение видеоинформационных систем различного назначения решает проблемы:

- создания высококачественных систем интерактивного цифрового телевизионного вещание при удовлетворении постоянно возрастающих запросов на частотные присвоения систем связи без пересмотра частотных планов;

- разработки и внедрения принципиально новых систем мобильного телерадиовещания;

- создания принципиально новых интерактивных систем опроса общественного мнения;

- обеспечения деятельности органов государственной власти;

- создания мобильной видеоконференцсвязи между центральными учреждениями с удаленными центрами и районами, а также удаленных районов между собой;

- обеспечения сбора и распространения информации различного экономического и политического характера, распространяемой органами власти среди населения, популяризации проводимых властями программ, акций, мероприятий;

- реализации оперативного контроля объектов и дистанционного управления по устранению аварий и чрезвычайных ситуаций;

- оптимизации лечебной и профилактической деятельности, создания систем мобильной телемедицины;

- создания систем дистанционного обучения на базе ведущих вузов, расширения системы подготовки абитуриентов и пр.;

- поддержки малого бизнеса, проведения рекламных мероприятий и др.

Проводимые во всех технически развитых странах разработки алгоритмов и аппаратуры сокращения объема, рационального пакетирования и передачи по

каналам связи с различной пропускной способностью видео-, аудио- и сопутствующей информации являются основой эффективного использования телекоммуникационных систем и радиочастотного спектра, сохранения действующих частотных планов, высвобождения значительной части частотного пространства для передачи потребителям дополнительных видов услуг – видеотелефонии, мобильной и стационарной видеоконференцсвязи, многопрограммного интерактивного телевидения, телевидения повышенной и высокой четкости, технологий трехмерного ТВ (3D-TV), телевидения ультравысокой четкости (ТУВЧ), многопрограммного звукового вещания, а также систем ТВ со многими (в будущем – с произвольным числом) точками наблюдения [11,12].

Для координации процесса перехода на цифровое вещание в Узбекистане постановлением Президента от 20 августа 2010 года создана Межведомственная рабочая группа по вопросам перехода на цифровое телевидение в республике [11]. Разработан "Частотно-территориальный план перехода на цифровое телевизионное вещание в Республике Узбекистан на 2010-2015 годы". Практической реализацией этого проекта занимаются такие организации, как Государственный комитет связи, информатизации и телекоммуникационных технологий, ГУП "Центр радиосвязи, радиовещания и телевидения". 17 апреля 2012 года было принято постановление Президента Ислама Каримова "О Государственной программе по техническому и технологическому переходу на цифровое телевидение в Республике Узбекистан", - рассказывает пресс-секретарь Государственного комитета связи, информатизации и телекоммуникационных технологий Элбек Далимов. - В соответствии с этим документом переход на цифровое телевидение в нашей стране будет осуществляться в два этапа: первый охватывает 2012-2015, второй - 2016-2017 годы [12].

Мобильное ТВ, казалось бы, вполне понятная, разумная и потенциально популярная услуга для всех абонентов скоростных мобильных сетей. В принципе, уже сейчас ничего, кроме, разве что, малых размеров экрана, не

мешает смотреть ТВ на коммуникаторе. Но технология подобных подключений и их распространенность пока оставляют желать лучшего.

Цель работы. С целью данной выпускной квалификационной работы является анализ эффективности алгоритмов и методов ортогональных преобразований видеоинформации в системах сотовой связи внедрению услуги мобильной телевидения.

Основные задачи исследования:

- краткий обзор развития сотовой связи;
- исследование услуги мобильной телевидения и анализ их стандартов;
- исследование видео системы MPEG;
- анализ ортогональных преобразований видеоинформации;
- анализ эффективности алгоритмов сжатия видеоинформации;

Структура и объем выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трёх разделов и заключения. Объем работы составил 59 листов, иллюстрирована 16 рисунком и 4 таблицы. Содержит список использованной литературы из 14 наименований.

1. МОБИЛЬНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

1.1. Краткий обзор мобильной телекоммуникации

В 80-х – 90-х годах весьма активное развитие получила мобильная телефония. В последнее время услуги мобильной связи стали применяться и для передачи цифровых данных. Мобильные телекоммуникации используют диапазоны в интервале 50 МГц – 1 ГГц. Мобильные системы работают при малых выходных мощностях передатчика, что ограничивает размер зоны приема. Вне этой зоны другие передатчики могут функционировать независимо. Такие зоны называются сотами (ячейками) [2]. По аналогии с пчелиными сотами их часто изображают шестиугольными, хотя реально они могут иметь самую причудливую форму в зависимости от профиля местности. Ячейки должны перекрываться, так как показано на рис. 1.1.

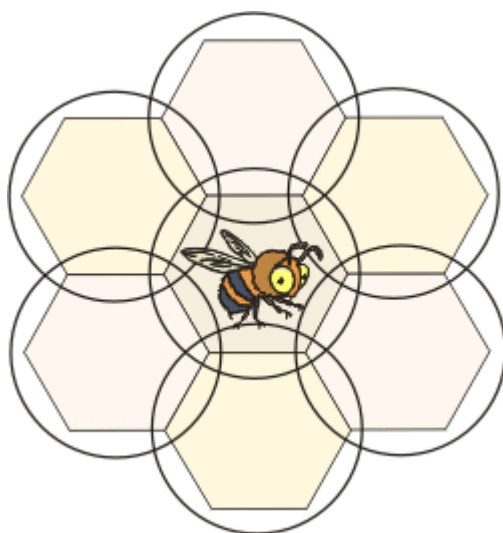


Рис. 1.1. *Схема расположения ячеек при сотовой связи*

Светлыми кружками отмечены реальные границы ячеек, их перекрытие должно обеспечить перекрытие всей зоны телекоммуникаций. В центре ячейки находится базовая станция ретранслятор. Такая станция содержит в себе ЭВМ и приемо-передатчик, соединенный с антенной. Такие системы могут обслуживать пейджерную или мобильную телефонную сеть. Пейджерные каналы однонаправлены, а телефонные двунаправлены (см. рис. 1.2). Пейджерные системы требуют небольшой полосы пропускания. А одно сообщение редко содержит более 30 байт. Большинство современных

пейджинговых систем работает в частотном диапазоне 930-932 МГц (старые занимали 150-174 МГц).

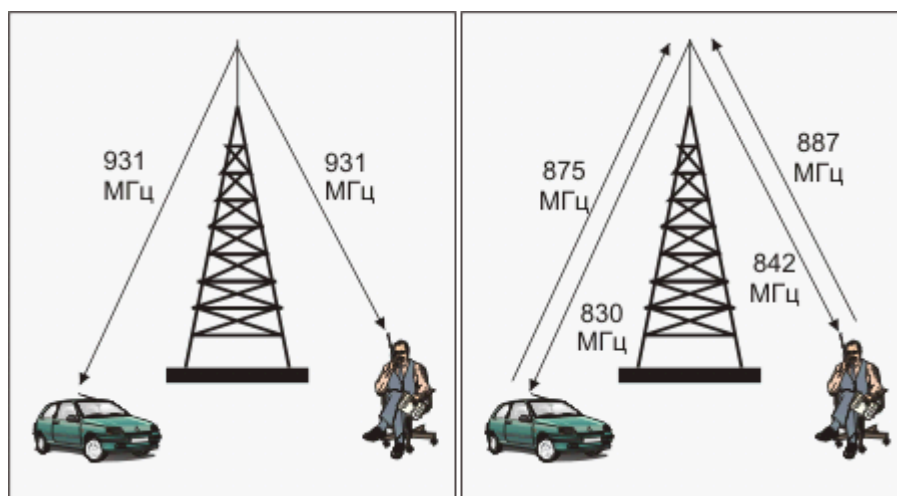


Рис. 1.2. Каналы пейджерной (слева) и мобильной телефонной сети (справа).

В небольших системах все базовые станции соединены с MTSO (mobile telephone switching office). В больших сетях может потребоваться несколько MTSO, которые в свою очередь управляются MTSO следующего уровня и т.д. Узловая MTSO соединена со станцией коммутируемой телефонной сети. В любой момент времени каждый мобильный телефон логически находится в одной определенной ячейке и управляется одной базовой станцией. Когда телефон покидает ячейку, базовая станция обнаруживает падение уровня сигнала и запрашивает окружающие станции об уровне сигнала для данного аппарата. Управление аппаратом передается станции с наибольшим входным сигналом. Телефон информируется о смене управляющей станции, при этом предлагается переключиться на новый частотный канал (в смежных ячейках должны использоваться разные частотные каналы). Процесс переключения занимает около 300 мсек (handoff), что должно быть практически незаметно для пользователя. Присвоением частот управляет MTSO. Сигнал передатчика падает по мере удаления от центра ячейки, где он должен быть расположен. Там же должен находиться и приемник. В пределах ячейки предусмотрено несколько каналов для приема/передачи, разнесенные по частоте. Эти каналы

управляются центральным коммутатором ячейки (MSC – mobile-service switching centre).

В рамках американского стандарта первого поколения AMPS (advanced mobile phone service; 1982) формируется 40 МГц канал в интервале 800-900 МГц. Система использует 832 полнодуплексных каналов. Данный частотный диапазон делится пополам, 20 МГц выделяется для передачи и столько же для приема. Данные диапазоны делятся в свою очередь на 666 двусторонних каналов, каждый по 30 кГц. Эти каналы расщепляются на 21 субканал, сгруппированные по 3. Обычно, как показано на рис. 1.1, гексагональные ячейки группируются по 7 (центральная и 6 ее соседей). Имея 666 каналов, можно выделить три набора по 31 каналу для каждой ячейки. Такая схема удобна в случае возникновения необходимости увеличения числа каналов, для этого достаточно уменьшить размер ячейки – число ячеек увеличится и, как следствие, увеличится число каналов на единицу площади. В хорошо спланированной сети плотность ячеек пропорциональна плотности пользователей. AMPS для разделения каналов использует метод мультиплексирования по частоте [2,3].

Каждый мобильный телефон в AMPS имеет 32-битовый серийный номер и телефонный номер, характеризуемый 10 цифрами. Телефонный номер представляется как код зоны (3 десятичные цифры) и номер подписчика (7 десятичных цифр). Когда телефон включается, он сканирует список из 21 управляющих каналов и находит тот, у которого наиболее мощный сигнал. Управляющая информация передается в цифровой форме, хотя сам голосовой сигнал является аналоговым. При нормальной работе мобильный телефон перерегистрируется в MTSO (mobile telephone switching office) каждые 15 мин. При осуществлении вызова пользователь набирает номер телефона и нажимает кнопку send. Аппарат посылает набранный номер и свой идентификационный код. Базовая станция принимает вызов и передает его MTSO. Если звонящий является клиентом MTSO или ее партнером, ищется свободный канал и

мобильный телефон переключается на него, ожидая когда адресат снимет трубку.

В режиме приема аппарат постоянно прослушивает канал пейджинга, чтобы обнаружить обращенный к нему вызов. Осуществляется обмен командными сообщениями с MTSO, после чего раздается звонок вызова.

Аналоговые сотовые телефоны не обеспечивают конфиденциальности. С помощью широкополосного сканера можно зафиксировать вызов и осуществить прослушивание. Другим недостатком является возможность кражи эфирного времени. Все диапазонный приемник, подключенный к ЭВМ, может записать 32-битовый серийный номер и 34-битовый телефонный номер всех телефонов, работающих поблизости. Собрав такие данные вор может по очереди пользоваться любым из перехваченных номеров.

AMPS базируется на аналоговой модуляции, существует еще полдюжины аналогичных не стыкуемых друг с другом систем. В последнее время аналоговая модуляция повсеместно вытесняется цифровой. В Европе принят единый стандарт для систем мобильной связи GSM (Groupe Special Mobile, второе поколение мобильных средств связи). GSM использует диапазоны 900 и 1800 МГц. Это довольно сложный стандарт, его описание занимает около 5000 страниц. Идеологически система имеет много общего с ISDN (например, переадресацию вызовов). GSM имеет 200 полнодуплексных каналов на ячейку, с полосой частот 200 кГц, что позволяет ей обеспечить пропускную способность 270,833 бит/с на канал. Каждый из 124 частотных каналов делится в GSM между восемью пользователями (мультиплексирование по времени). Теоретически в каждой ячейке может существовать 992 канала, на практике многие из них недоступны из-за интерференции с соседними ячейками.

Система мультиплексирования по времени имеет специфическую структуру. Отдельные временные домены объединяются в мультифреймы. Упрощенная схема структуры показана на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Структура кадров в GSM

Каждый временной домен (TDM) содержит 148-битовый кадр данных, начинающийся и завершающийся последовательностью из трех нулей. Кадр имеет два 57-битовых поля данных, каждое из которых имеет специальный бит, который указывает на то, что лежит в кадре - голос или данные. Между информационными полями размещается поле *синхронизации* (Sync). Хотя информационный кадр имеет длительность 547 мксек, передатчику позволено передавать его лишь раз в 4615 мксек, так остальное время зарезервировано для передачи другими станциями. Если исключить накладные расходы каждому соединению выделена полоса (без учета сжатия данных) 9600 кбит/с.

Восемь информационных кадров образуют TDM-кадр, а 26 TDM-кадров объединяются в 128-микросекундный мультифрейм. Как видно из рисунка 1.2 позиция 12 в мультифрейме занята для целей управления, а 25-я зарезервирована для будущих применений. Существует также стандарт на 51-позиционный мультифрейм, содержащий больше управляющих вставок. Управляющий канал используется для регистрации, актуализации положения и формирования соединения. Каждая стационарная станция поддерживает базу данных, где хранится информация обо всех обслуживаемых в данный момент

клиентах. Общий управляющий канал делится на три субканала. Первый служит для обслуживания вызовов (paging channel), второй (random access channel) реализует произвольный доступ в рамках системы ALOHA (устанавливаются параметры вызова). Третий субканал служит для предоставления доступа (access grant channel).

Алгоритмы обслуживания мобильной связи достаточно нетривиальны. Из рисунка 1.1 видно, что области перекрываются (иначе бы существовали "мертвые" зоны без связи). Существуют даже субобласти, накрываемые тремя MSC. По этой причине процедура должна четко определить, с каким из MSC клиент должен быть связан, и при каких условиях его следует переключить на соседний MSC, не прерывая связи. Система должна также компенсировать падение сигнала, иногда достаточно резкое, чтобы обеспечить комфортную связь и безошибочную передачу информации. По этой причине частота ошибок (BER) в таких сетях составляет 10^{-3} (против 10^{-6} для обычных стационарных цифровых каналов связи). Следует иметь в виду, что в условиях города сигнал падает пропорционально не квадрату, а четвертой степени расстояния. На распространение радиоволн в городе влияют ориентация улиц (до 20 дБ), туннели (до 30 дБ) и листва деревьев в сельской местности (до 18 дБ).

GSM - система базирующаяся в основном на коммутации каналов. Применение модема на переносной ЭВМ позволяет подключиться к сети Интернет. Но здесь не все беспроблемно. Базовые станции временами теряют связь друг с другом (переключение с канала на канал), это может приводить к 300 миллисекундным потерям данных. Как уже говорилось выше, здесь высока вероятность ошибок. Так, нажав клавишу "а", можно получить на экране букву "я". Да и расценка за минуту работы в Интернет здесь весьма высока. В связи с этим был разработан стандарт на цифровую систему коммутации пакетов **CDPD** (Cellular Digital Packet Data). Система работает поверх AMPS. Система обеспечивает информационную пропускную способность на уровне 9,6 кбит/с. CDPD довольно точно следует модели OSI. В CDPD определены три типа интерфейсов. *E-интерфейс* (внешний по отношению CDPD-провайдеру)

соединяют CDPD-область с определенной сетью. *I-интерфейс* (внутренний по отношению CDPD-провайдеру) соединяет CDPD-области друг с другом. *A-интерфейс* (эфирный) используется для связи базовой станции с мобильной ЭВМ. В функции этого интерфейса входит сжатие и шифрование данных, а также исправление ошибок. 274-битные блоки сжатой и зашифрованной информации вкладываются в 378-битовые блоки, предназначенные для коррекции ошибок согласно алгоритму Рида-Соломона. К каждому такому блоку добавляется семь 6-битовых флагов. Результирующие блоки имеют 420 бит и передаются в виде семи 60-битовых микроблоков. Эти микроблоки передаются к базовой станции со скоростью 19,2 кбит/с. Канал с аналогичным быстродействием создается для пересылки информации в противоположном направлении. При обмене применяется мультиплексирование с делением по времени. При этом временные домены имеют длительность 3,125 мсек (60 бит). Когда мобильная ЭВМ хочет что-то передать, прослушивается канал базовой станции и проверяется флаг, сообщающий, свободен ли входной канал базовой станции. Если канал занят, ЭВМ вместо ожидания до очередного временного домена, пропуская псевдослучайное число временных доменов, после чего повторяет попытку. Если повторная попытка неудачна, время ожидания увеличивается примерно вдвое. Когда, наконец, ЭВМ обнаруживает, что канал свободен, она начинает пересылку своих микроблоков. Предусмотрена процедура, препятствующая попытке всех ЭВМ, готовых к передаче, захватить канал, как только он оказался свободным. Этот алгоритм называется DSMA (Digital Sense Multiple Access). Но, несмотря на применение DSMA, столкновение все же возможно, так как две или более ЭВМ могут воспользоваться одним и тем же временным доменом для начала передачи. Для выявления столкновений предусмотрен специальный флаг, который позволяет судить, корректно ли доставлен предыдущий микроблок. К сожалению это происходит не мгновенно а лишь спустя несколько микроблоков. При обнаружении ошибки передача прерывается. Следует иметь в виду, что информационный обмен имеет более низкий приоритет по отношению

передачи голосовых данных. Предусмотрена возможность создания выделенных CDPD-каналов [3,5].

GSM использует довольно сложную комбинацию методик ALOHA, TDM и FDM. CDPD для передачи одиночных кадров не вполне согласуется с алгоритмом CSMA. Впрочем существует еще один метод формирования радио каналов - **CDMA** (Code Division Multiple Access).

Метод CDMA принципиально отличается от описанных выше, которые использовали для дуплексирования доступа FDM, TDM или ALOHA. CDMA позволяет каждой станции осуществлять передачу во всем частотном диапазоне постоянно. Множественные передачи реализуются с привлечением теории кодирования. Здесь предполагается, что сигналы, совпадающие по времени складываются линейно. В CDMA каждый бит-тайм делится на m коротких интервалов, называемых чипами. Обычно используется 64 или 128 чипов на бит. Каждой станции присваивается уникальный m -битный код (chip sequence). Чтобы передать 1 бит станция посылает свой чип-код. Для простоты далее будем предполагать, что $m=8$. Для того чтобы послать нулевой бит, посылается дополнение чип-кода по модулю один. Никакие другие кодовые последовательности не разрешены. Например, пусть станции 1 поставлен в соответствие чип-код 01010101, тогда при посылке логической 1 она отправляет код 01010101, а при отправке логического нуля - 10101010. Если имеется канал с полосой 1 МГц и 100 станций с FDM, то каждая из них получит по 10 КГц (10 кбит/с при 1 бите на Гц). При CDMA каждая станция использует весь частотный диапазон, так что будет получена скорость передачи 1 мегачип в секунду. При менее 100 чипов на бит CDMA обеспечивает большую пропускную способность, чем FDM. Для упрощения введем двуполярную нотацию, где нулю соответствует -1, а единице +1. Тогда чип-код станции 1 получит вид -1 +1 -1 +1 -1 +1 -1 +1. Каждая из станций получает уникальный чип-код. Чип-коды можно представить в виде m -компонентных векторов. Чип-коды выбираются так, что все они попарно ортогональны (не любой уникальный чип-код пригоден, так, если станция 1 имеет чип-код 01010101, то

станция 2 не может иметь чип-код 10101001, но чип-код 10100101 вполне допустим). Математически это можно выразить следующим образом:

$$\mathbf{H} \cdot \mathbf{G} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m H_i G_i = 0$$

где H_i и G_i компоненты векторов чип-кодов \mathbf{H} и \mathbf{G} . Это равенство указывает, что число разных компонентов равно числу равных. Если \mathbf{G} и \mathbf{H} ортогональны, то и $\mathbf{G} \cdot \overline{\mathbf{H}} = 0$. В то же время:

$$\mathbf{G} \cdot \mathbf{G} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m G_i G_i = 1$$

Когда сигналы от разных станций совпадают во времени и складываются, принимающая сторона легко может вычислить наличие соответствующей компоненты. Если компоненты суммарного сигнала S_i , то компоненты G_i вычисляются с помощью произведения $S_i \cdot \mathbf{H}$. Действительно, если:

$$\mathbf{S} = \mathbf{F} + \overline{\mathbf{G}} + \mathbf{H}$$

$$\mathbf{S} \cdot \mathbf{H} = (\mathbf{F} + \overline{\mathbf{G}} + \mathbf{H}) \cdot \mathbf{H} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{H} + \overline{\mathbf{G}} \cdot \mathbf{H} + \mathbf{H} \cdot \mathbf{H} = 0 + 0 + 1 = 1$$

Здесь первые два слагаемых равны нулю в силу ортогональности выбранных чип-кодов. Последнее же слагаемое равно 1 согласно [1]. Во всех этих рассуждениях предполагалось, что все станции работают синхронно и начинают передачу чип-кодов одновременно.

Для пояснения метода рассмотрим конкретный пример в выше предложенной нотации, присвоим станциям F, G, H, I ортогональные чип-коды:

$$F=01010101 \rightarrow -1 +1 -1 +1 -1 +1 -1 +1$$

$$G=10100101 \rightarrow +1 -1 +1 -1 -1 +1 -1 +1$$

$$H=10011001 \rightarrow +1 -1 -1 +1 +1 -1 -1 +1$$

$$I=11111111 \rightarrow +1 +1 +1 +1 +1 +1 +1 +1$$

Теперь рассмотрим четыре варианта наложений: Только

$$F \rightarrow S_1 = [-1 +1 -1 +1 -1 +1 -1 +1]$$

$$F+I \rightarrow S_2 = [0 +2 0 +2 0 +2 0 +2]$$

$$F+G+H \rightarrow S_3 = [+1 -1 -1 +1 -1 +1 -3 +3]$$

$$F + \overline{G} + H \rightarrow S_4 = [-1 +1 -3 +3 +1 -1 -1 +1]$$

Для выявления наличия компоненты G выполним операции "умножения" согласно описанным выше правилам.

$$S_1 * G = [-1 -1 -1 -1 +1 +1 +1 +1]/8 = 0 \text{ (G отсутствует)}$$

$$S_2 * G = [0 -2 0 -2 - +2 0 +2]/8 = 0 \text{ (G отсутствует)}$$

$$S_3 * G = [+1 +1 -1 -1 +1 +1 +3 +3]/8 = 1 \text{ (G имеется - передана логическая 1)}$$

$$S_4 * G = [-1 -1 -3 -3 -1 -1 +1 +1]/8 = -1 \text{ (G имеется - передан логический 0)}$$

Хотя теоретически здесь все прекрасно, наложение слишком большого числа чип-кодов может создать проблемы и, в конечном итоге, привести к ошибкам.

Идеальная мобильная система связи представляется в виде телефонной трубки, которой человек пользуется дома, в автомобиле, в отпуске или командировке. При этом телефонный номер не меняется, где бы вы не находились. Такая система разрабатывается в настоящее время и называется **PCS** (Personal Communication Services) в США. В остальном мире эта система имеет имя **PCN** (Personal Communications Network). PCS использует технику сотовой телефонной сети. Но здесь размер ячейки лежит в пределах 50-100 м (против 20 км для AMPS). Это позволяет работать с малой выходной мощностью порядка 0,25 Вт и понизить вес аппарата. При этом для покрытия той же области требуется в 40000 раз больше ячеек и, следовательно, такая система будет значительно дороже даже с учетом более низкой цены одной ячейки. Некоторые телефонные компании осознали, что старомодные телеграфные столбы являются идеальным местом для размещения базовых станций новой системы (провода уже имеются!). Для системы PCS зарезервирован диапазон частот 1,7-2,3 ГГц.

1.2. Анализ технологий передачи данных в системах мобильной связи

Полная мобильность подразумевает, что человеку повсеместно становятся доступны все возможности, которые он имеет на своем рабочем месте, например, скоростной доступ в интернет. Общение, связь, коммуникация

с самого зарождения была необходима людям, и на всём протяжении человечества до сегодняшнего дня и далее всё более лучше модернизируют различные виды средства и устройства связи. Поэтому средства связи постоянно совершенствуются для обеспечения их более удобного использования. На сегодняшний день разработаны различные беспроводные технологии связи, которые рассмотрим более подробно.

Аббревиатура GPRS расшифровывается как General Packet Radio Service – то есть сети с пакетной передачей данных. Если в обычной GSM- сети можно получить максимум 14,4 Кбит/с, то теоретический максимум в GPRS составляет 171,2 Кбит/с при полном использовании. GPRS — это пакетная система передачи данных, функционирующая аналогично с сетью Интернет. При этом весь поток данных отправителя разбивается на отдельные пакеты и затем доставляется получателю, где пакеты собираются воедино, и совсем необязательно, что все пакеты пойдут одним маршрутом [5].

В настоящее время передача данных по GSM каналам организована следующим образом: абоненту выделяется отдельный канал, используемый системой для передачи голоса, посредством модема, встроенного в мобильный терминал, происходит передача данных через этот канал, при этом в промежутках между передачей данных канал остается занятым. GPRS (General packet Radio Service) - это система, которая реализует и поддерживает протокол пакетной передачи информации в рамках сети сотовой связи GSM. При использовании системы GPRS информация собирается в пакеты и передается в эфир, они заполняют те "пустоты" (не используемые в данный момент голосовые каналы), которые всегда есть в промежутках между разговорами абонентов, а использование сразу нескольких голосовых каналов обеспечивает высокие скорости передачи данных. EDGE (англ. Enhanced Data rates for GSM Evolution) — цифровая технология для мобильной связи, которая функционирует как надстройка над 2G и 2.5G (GPRS)-сетями. Эта технология работает в TDMA- и GSM- сетях. Для поддержки EDGE в сети GSM требуются определённые модификации и усовершенствования.

EDGE обеспечивает передачу данных со скоростью до 474 кбит/св режиме пакетной коммутации (8 тайм-слотов x 59,2 кбит на схеме кодирования MCS-9) соответствуя, таким образом, требованиям ITU к сетям 3G. Данная технология была принята ITU как часть семейства IMT- 2000 стандартов 3G. Она также расширяет технологию передачи данных с коммутацией каналов HSCSD, увеличивая пропускную способность этого сервиса.

Статус принадлежности EDGE к сетям 2G или 3G зависит от конкретной реализации. В то время как EDGE-телефоны класса 3 и ниже не соответствуют 3G, телефоны класса 4 и выше теоретически могут обеспечить более высокую пропускную способность, чем другие технологии, заявленные как 3G (например, 1xRTT). Телефоны с максимальной пропускной способностью на приём 236,8 кбит/с в классе 10, EDGE соответствует как 2G-, так и 3G-спецификациям. 3G (от англ. third generation — «третье поколение»), технологии мобильной связи 3 поколения — набор услуг, которые объединяют как высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет, так и технологию радиосвязи, которая создаёт канал передачи данных.

Мобильная связь третьего поколения строится на основе пакетной передачи данных. Сети третьего поколения 3G работают на частотах дециметрового диапазона, как правило в диапазоне около 2 ГГц, передавая данные со скоростью 2 Мбит/с. Они позволяют организовывать видеотелефонную связь, смотреть на мобильном телефоне фильмы и телепрограммы и т. д. В мире в основном используют два стандарта 3G: UMTS (или W-CDMA) и CDMA2000. Также возможно использование стандарта CDMA450. UMTS распространён в основном в Европе, CDMA2000 — в Азии и США. По данным Wireless Intelligence, на конец ноября 2006 г. в мире насчитывалось 364 млн абонентов 3G, из них 93,5 млн были подключены к сетям UMTS и 271,1 млн — к CDMA2000. Крупнейший оператор — японский NTT DoCoMo (40 млн абонентов).

4G – четвертое поколение мобильной связи, характеризующееся высокой скоростью передачи данных и повышенным качеством голосовой связи. К

четвёртому поколению относятся технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с. Примером технологии 4G является WiMAX, имеющая теоретический предел скорости передачи в 1 Гбит/с. Для сравнения максимальная скорость передачи через GSM (2G) составляет 240 Кбит/с, а в 3G — около 10 Мбит/с. 4G основан на протоколах пакетной передачи данных. Для пересылки данных используется протокол IPv4, а также, в будущем планируется поддержка IPv6. Для передачи данных используются частоты 40 и 60 ГГц. Для чёткого приёма и передачи планируют применять адаптивные антенны, которые смогут подстраиваться под конкретную базовую станцию и изменять свои линейные размеры.

1.3. Мобильное ТВ по DVB-H

После получения лицензий на 3G операторы "Большой тройки" активно занялись поиском приложений, которые побудили бы пользователей применять для доступа в Сеть именно сотовый терминал. Мобильное ТВ оказалось тем самым наглядным примером нового сервиса, который, наряду с видеозвонком, может быть полезен массовой аудитории абонентов. По данным исследовательской компании Infonetics Research к 2013 году даже несмотря на мировой финансовый кризис в мире будет продано 400 миллионов видеофонов, то есть телефонов с поддержкой мобильного ТВ и видео. Причем, аналитики полагают, что ключевым фактором покупки подобных аппаратов станет возможность смотреть именно спортивные события, например, футбол, крикет и полные адреналина мотогонки [12].

Мобильное ТВ постепенно появляется и в нашей стране - скоро ожидается даже ввод в "боевую" эксплуатацию нескольких ТВ-проектов, в которых картинка будет транслироваться на экран мобильного терминала по DVB-H (Digital Video Broadcasting — Handheld), который практически стал официальным на всей территории Европы. В России для внедрения DVB-H будет использована часть высвобождающегося радиочастотного ресурса: еще летом Госкомиссия по радиочастотам (ГКРЧ) наконец-то все-таки разрешила операторам продавать услугу мобильного телевидения в стандарте DVB-H

(174-230 МГц, 470-790 МГц). Сейчас разработка первого пакета цифровых каналов мобильного ТВ почти завершена и ведется работа над вторым. Срок действия опытных зон DVB-H в Ташкенте определен до 1 марта 2009 г.

Вещание по DVB-H позволяет передавать видеосигнал на телефоны не по мобильной сети, “загружая” канал передачи данных, а по радиосети с помощью ретрансляционных вышек. Инфраструктурные затраты при этом минимальны, так как используется существующий радиодиапазон наземного цифрового телевидения. К примеру, на охват столицы всеми операторами запланировано порядка 36-45 базовых станций (90% площади города за исключением промзон, парков и т.д.). “Лоскутное” покрытие области — еще примерно столько же.

С точки зрения технологических возможностей операторы мобильного широкополосного доступа (ШПД) являются наиболее подходящими кандидатами для организации подобных сервисов. У них имеются в наличии емкие проводные каналы связи с опорной сетью в масштабах целых регионов, есть готовые позиции для установки базовых станций, передающих видеосигнал, продвинутые технические службы и прямые контакты с производителями мобильных терминалов. Но и только — подобные услуги до сих пор развиты очень слабо: в рамках тестовой эксплуатации сетей речь идет только о трансляции эфирных каналов без создания дополнительной стоимости. Все компании говорят о трансляции коммерческих каналов в режиме non-stop, кажется мало понимая, что смотреть фильм или длинный сериал на терминале не реально, а специальный контент для мобильных терминалов (короткие выпуски новостей, сжатые видеоподкасты и т.д.) пока в "меню" для пользователей отсутствуют. Кроме того, операторы испытывают сложности и с терминалами, с помощью которых можно будет это телевидение увидеть - пока что "ВымпелКом" заявляет о наличии только Samsung P960, хотя чисто теоретически услуга цифрового телевидения стандарта DVB-H может поддерживаться дюжиной моделей Nokia, Samsung и LG (есть и несколько адаптеров для ноутбука, которые могут принимать ТВ-сигнал по DVB-H и отдавать его на экран мобильного ПК).

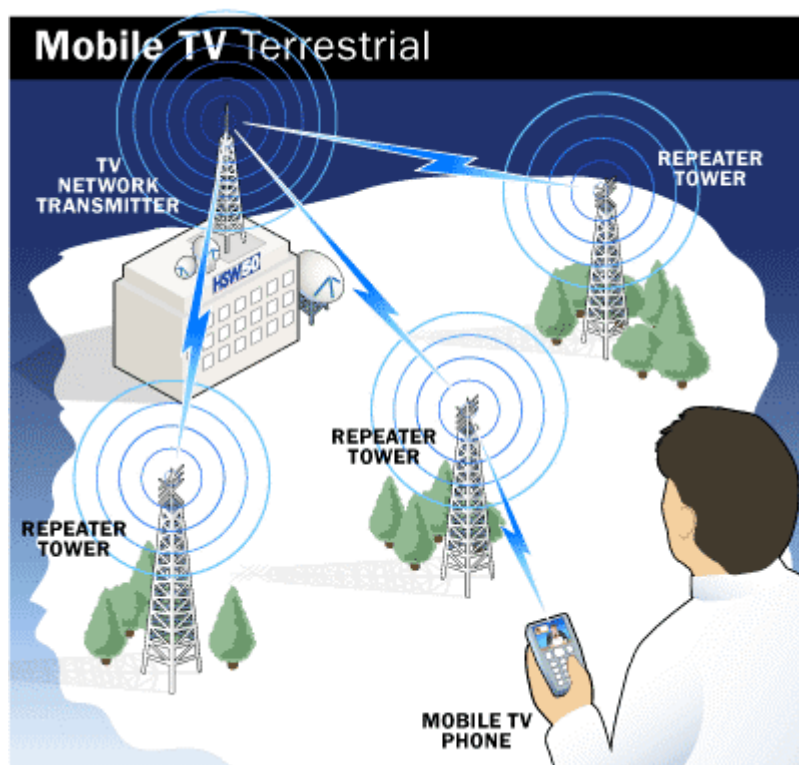


Рис.1.4.Схема работа мобильного ТВ по DVB-H – сигнал из центра по кабелю или радиоканалу уходит на ретрансляционные вышки, откуда его получает абонент на свой терминал, оснащенный DVB-H-приемником

В целом, технология DVB-H обеспечивает постоянную скорость передачи данных до 8 Мбит/с на одного пользователя - доставка контента происходит в режиме вещания с использованием IP-передачи (IPDC). Таким образом, в мобильном терминале клиента совмещается не только смартфон, но и небольшой DVB-H-приемник, исполненный по единому стандарту для любой европейской страны, что позволяет настраиваться на любые местные телеканалы, даже находясь в роуминге.

Стандарт DVB-H (мобильное вещание) базируется на более раннем вышедшем стандарте DVB-T (цифровое эфирное вещание) в части расширения некоторых устанавливаемых параметров, ориентированных на условия приема цифровых сигналов в мобильных условиях.

Какие же задачи призвана решать система DVB-H? Основными из них являются:

- Экономия тока потребления аккумуляторной батареи мобильного терминала. Эта задача явилась определяющей при формировании концепции мобильного вещания.
- Устойчивый мобильный прием в движении, в том числе на больших скоростях.
- Возможность приема при многолучевом распространении сигнала, особенно в комнатных условиях.
- Полная совместимость с уже существующими сетями DVB-T.

Главные отличия от DVB-T заложены в канальном уровне (т.е. уровне, выше физического уровня). Прежде всего - это квантование по времени (Time Slicing) и введение упреждающей коррекции ошибок (MPE - FEC), что позволило резко увеличить вероятность приема в сравнении с DVB-T.

Принцип временного уплотнения, позволяющего существенно экономить токопотребление DVB-H терминала. Для качественного воспроизведения DVB-H TV услуги вполне достаточна скорость цифровой информации в 250 кбит/с. Таким образом, отношение времен отключения приемника и его работы составляет 40 ($10/0,25 = 40$), что эквивалентно экономии энергии порядка 90%. Стандартом DVB-H в дополнение к существующим режимам 2k и 8k (для DVB-T) добавлен промежуточный режим 4k, как наиболее адаптированный для работы в ячейке среднего размера SFN сети. Условные рекомендации по использованию того или иного режима могут быть сформулированы следующим образом: Режим 8k – для использования SFN сетях любого размера (больших, средних и малых) и допускает наличие Допплеровского сдвига по частоте при высокоскоростном приеме (т.е. прием осуществляется в движении). Режим 4k – для мало- и средне-размерных SFN сетей при значительных Допплеровских частотных сдвигах. Пригоден для приема на очень высоких скоростях. Режим 2k - для малоразмерных SFN сетей. Гарантирует уверенный мобильный прием при самых высоких скоростях в движении (т.е при весьма значительных Допплеровских сдвигах по частоте).

В настоящее время современные мобильные телефоны уже давно из простых средств связи эволюционировали в многофункциональные устройства. И вполне логично что операторы обратили свой взор на неголосовые услуги, лидирующее место среди которых занимает мобильное телевидение. При этом в мире существует ряд стандартов цифрового мобильного телевидения, отличающихся методами обработки сигналов, техническими характеристиками, используемыми частотными диапазонами, методами помехоустойчивого кодирования, модуляции и сигнализации. На основании анализа литературных источников можно выделить следующие стандарты: DMB (Digital Multimedia Broadcasting) — это технология, позволяющая передавать цифровой сигнал на мобильные устройства, такие как мобильный телефон или карманный персональный компьютер (КПК), что позволяет прослушивать на них радио и смотреть телевизионные программы. Был разработан в Южной Корее и стал технологическим развитием стандарта цифрового аудиовещания DAB (Digital Audio Broadcasting). T-DMB (Terrestrial - Digital Multimedia Broadcasting) предназначен для работы в транспортных средствах, движущихся со скоростями до 120 км/ч. В туннелях или подземных областях и телевидение, и радиопередача также доступны, хотя возможны периодические исчезновения сигнала.

ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) разработан в Японии. Данный стандарт относится к наземным стандартам вещания, его основной отличительной чертой является интерактивность. Стандарт ISDB имеет функцию защиты цифрового контента - RMP (Rights management&protection). S-DMB (Satellite - Digital Multimedia Broadcasting) - стандарт, позволяющий мобильному устройству принимать сигнал непосредственно со спутника (Satellite) [4,5]. Он предусматривает спутниковую передачу в сочетании с применением наземных репитеров, необходимых для хорошего покрытия сигналом мобильного ТВ. MediaFLO (Forward Link Only) был разработан и запатентован американской компанией Qualcomm в 2005 году. MediaFLO и DVB-H схожи в принципах функционирования. Оба стандарта

основаны на технологии OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), дающей возможность мультиплексного распространения сигналов на разных частотах и, таким образом, более эффективного использования частотного диапазона.

DVB-SH был разработан для мобильных терминалов, способных принимать вещательный сигнал не только по наземной сети, но и со спутника. Он представляет собой эволюционное развитие стандарта DVB-H, который, в свою очередь, создавался на базе стандарта DVB-T. DVB-H (Digital Video Broadcast - Handheld), который в прошлом году был принят в качестве основного при развертывании мобильного телевидения на территории Западной Европы. Данная технология разработана на основе европейского стандарта цифрового телевидения DVB-T. Отличительной особенностью данной технологии является ее адаптация специально под мобильные устройства, что также привело к некоторой экономии энергопотребления сотовых телефонов: в ходе трансляции мобильного телевидения передача сигнала осуществляется дискретно, в виде отдельных пакетов данных с дальнейшим их воспроизведением из буфера обмена, а не непрерывно. Основными достоинствами технологии DVB-H являются отсутствие задержек сигнала и независимость характеристик от числа пользователей мобильного телевидения. DVB-H превосходит технологию IP-TV по качеству и надежности доставки телевизионного сигнала. Для работы DVB-H определен частотный диапазон дециметровых волн аналогового телевидения 470 – 862 МГц, в котором указанная цифровая технология мобильного телевидения позволяет значительно увеличить число транслируемых телеканалов по сравнению с традиционным телевидением.

В 2009-2011 годах услуга «Мобильное телевидение» была доступна на территории Узбекистана, т.к. один из крупнейших операторов сотовой связи Узбекистана МТС-Узбекистан, 100% дочерняя компания ОАО «Мобильные ТелеСистемы», пока единственный поставщик этой услуги, объявил о своем банкротстве. В материалах доклада приводятся более подробные сведения и

технические характеристики стандартов мобильного телевидения и их потенциальных возможностях.

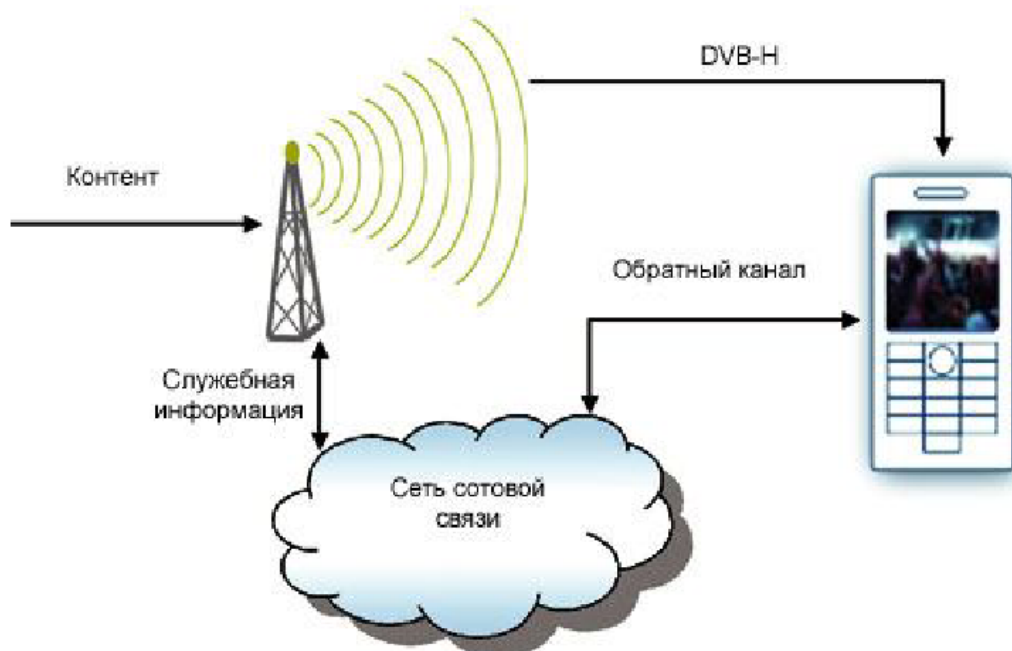


Рис.1.5. Структурная схема телевидения в стандарте DVB-H.

1.4. Мобильное ТВ по IP

Если не ждать внедрения DVB-H, то трансляцию видеосигнала некоторых эфирных и спутниковых каналов можно найти и сейчас. Первым услугу мобильного ТВ по сотовой сети ввел МТС-Узбекистан - обладая тогда самой современной сетью передачи данных в Ташкенте, он смог предоставить этот сервис еще в 2009 г. Для использования услуги "Мобильное телевидение" и тогда и сейчас необходимо, чтобы телефон поддерживал режим потокового видео с помощью технологии 3Gp или проигрывателя RealPlayer. Кроме того, следовало произвести настройку аппарата для воспроизведения потокового видео и проверить, настроена ли услуга "WAP-доступ".

И сейчас и в будущем все будет работать по каналам передачи данных - то есть по сетям 3G (в зависимости от качества соединения система автоматически настраивает скорость видеопотока). Весной 2009 г. отдельные тестовые зоны мобильного ТВ с передачей данных по EDGE развернула компания МТС-Узбекистан, но в региональных, наименее загруженных

трафиком сетях. Правда, передача даже сильно сжатого изображения по протоколу EDGE все-таки в большинстве случаев напоминала не гладкую видеотрансляцию, а озвученное слайд-шоу. Правда, в настоящий момент компания еще не определилась будет она передавать ТВ-сигнал в мобильные терминалы по в Узбекистане через 3G-сети или DVB-H. Правда, опыт работы не пропал даром – компания продвигает ТВ на базе IP в Узбекистане совместно с Национальной телерадиокомпанией Узбекистана - транслируются два канала: "Узбекистан" и "ТВ Марказ" [13]. Более благоприятна ситуация для ОС Windows Mobile 6.1. – здесь представлен коммуникатор AnyData ASP-505 с оболочкой Mobile Shell от Spb Software, куда встроен и SPB TV-клиент. Программа для пользователя поставляется бесплатно и обеспечивает просмотр 20 каналов. Оплата – только за трафик передачи данных в соответствии с условиями тарифного плана.

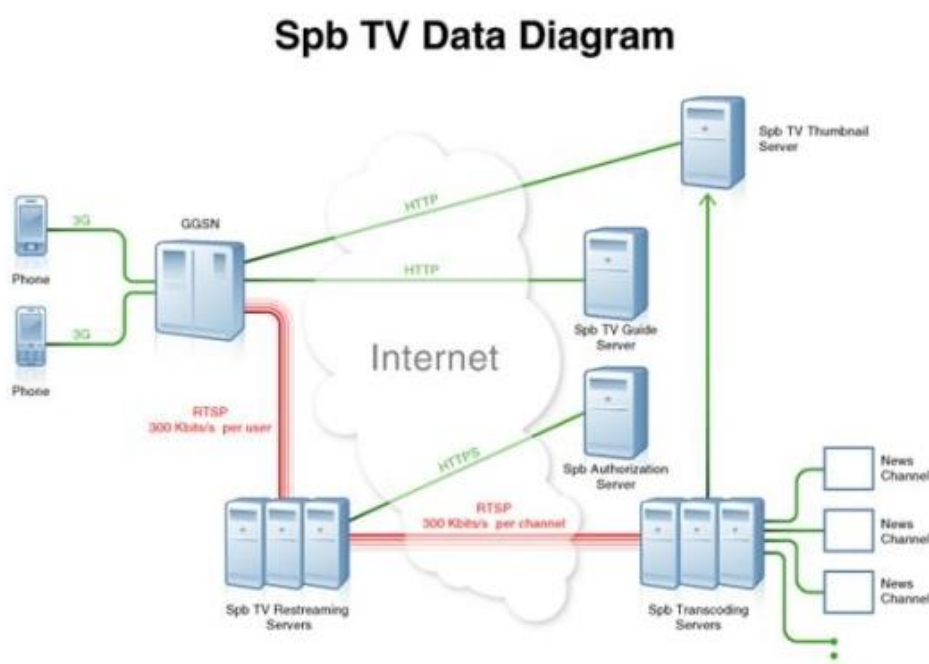


Рис.1.6.Схема работы мобильного SPB TV

Еще один вариант отправки видеoinформации по IP-сети - проект Yota ТВ оператора "Скартел". Этот сервис позволяет транслировать телевизионные передачи на экран только HTC MAX 4G, но - в режиме реального времени с нормальным качеством. Скорости мобильного WiMAX даже в 1 Мбит/с хватает для того, чтобы картинка на терминале была вполне качественной и

стабильной. С этим сервисом телефон HTC MAX 4G стал настоящим карманным телевизором. Кстати, от DVB-H "Скартел" полностью тоже не отказался - недавно в Москве заработала компания «Кентавр», которая уже построила сеть мобильного ТВ в столице и получила соответствующие частотные присвоения: она входит в структуру WiMax Holding, чьим основным активом является WiMAX-оператор «Скартел».



Рис.1.6. Главный экран системы мобильного ТВ - здесь концентрируется окно просмотра видеоканала, программа передач и выбор видеоканалов из предложенного списка

Кроме того, на рынке есть решения, которые можно установить практически на любой современный смартфон или коммуникатор самостоятельно. К примеру, решения SPB TV уже существуют в версиях для Windows Mobile, Symbian, Android и BlackBerry, а также предустанавливаются на все современные модели коммуникаторов RoverPC (Evo V7, Pro G7, Evo X7, Evo X8, кроме того, это ПО можно будет найти на тех моделях, которые поступят в продажу до конца года: S8 и Evo G8). Фактически, и AnyData, и RoverPC стали первыми на рынке производителями, которые устанавливают во все современные модели своих "умных мобильных" клиенты для IPTV. Стоит отметить, что у RoverComputers подписано эксклюзивное соглашение о предустановки клиента SpbTV на все выпускаемые модели до конца 2009 года. В целом, на рынке можно встретить и ПО проекта TV To Go. Но наиболее продвинутым является, конечно, SPB TV – агрегация больше 100 каналов из 17 стран, вес дистрибутива – всего 5 Мб и оптимизация для работы на небольших

экранах: с точки зрения потребления трафика программа весьма нетребовательна. По сути, установив это программное обеспечение абонент перестаёт зависеть от мобильного оператора - загрузить контент можно как по мобильной сети (с помощью HSDPA в сетях 3G), так и по Wi-Fi (это даже дешевле). Главное, чтобы тарифный план включал в себя большой пакет трафика, поскольку даже для небольшой картинки на экране мобильного терминала потребуется никак не меньше десятка мегабайт в час. Схема работы такого ПО вполне стандарта - сервер системы загружает видеоканалы, по специальному лицензионному соглашению. После этого - конвертирует и выдает абонентам на специальный ресурс в сети Интернет, откуда этот сигнал и забирает программа-клиент. В отличие от фиксированных операторов цифрового ТВ здесь поддерживается только online-трансляция, видеомэгнитофон или запись эфира не предусмотрена. Но большинству абонентов хватает и этого. Кроме того, и бизнес-модель таких проектов различается.

1.5. Мировой опыт мобильного ТВ

Несмотря на бурное развитие операторов сетей 3G, в мировом масштабе ситуация с мобильным ТВ до сих пор не однозначна. К примеру, в США сотовые операторы, такие как AT&T, Sprint Nextel и Verizon Wireless предлагают пользователям (частью по сетям 3G, частью по DVB-H) видео-контент собственного производства и пакеты эфирных и кабельных каналов стоит примерно 10-15 долл. в месяц. Очень возможно, что уже к 2012 году доступ к мобильному ТВ получают владельцы 130 млн. мобильных устройств. Кроме того, компания MobiTV, один из лидеров рынка мобильного телевидения в штатах, объявила о начале сотрудничества с производителем дешевых радиоэлектронных устройств Sinclair и телеканалом PBS. Вместе они намерены создать программное обеспечение для трансляции цифрового телевидения Mixtv. Пользователь получит стандартный пакет программ и за отдельную плату сможет выбирать программы для просмотра. Но это пока только перспектива.

Европа, в противовес США, является "рассадником" вполне реальных проектов мобильного ТВ с использованием стандарта DVB-H. К примеру, в Италии к середине 2009 года насчитывалось порядка 1 млн. регулярных абонентов мобильного ТВ. По сравнению с тем же рынком IPTV это немного, но все-таки значительно - не в последнюю очередь из-за того, что итальянский провайдер 3 Italia весной 2009 года предоставил своим абонентам бесплатный доступ к услугам DVB-H стандарта. Определенные успехи есть у DVB-H-проектов во Франции и Германии. Кроме того, в Австрии оператор связи «3» декларирует наличие 90 тыс. подписчиков на мобильное телевидение: для небольшой страны это настоящий прорыв. Исторически мобильное ТВ имеет хорошие позиции в миниатюрной Швейцарии - вот уже какой год больше 80 тыс. пользователей получают таким образом новостные сюжеты: в среднем на их просмотр они тратят 4-5 минут в день. Схемы взаимодействия в данном случае примерно похожи - пользователь, за фиксированную абонентскую плату около 10 евро в месяц, получает несколько десятков каналов для просмотра, а также льготные цены на мобильный Интернет. Правда, операторы связывают увеличение числа пользователей с ростом числа моделей терминалов, поддерживающих DVB-H.



Рис. 1.7. Мобильное ТВ в Японии работает в многофункциональных автомобильных навигаторах

Наиболее благодатный рынок для мобильного ТВ, правда по стандартам ISDB-T и T-DMB - это, разумеется, страны Юго-Восточной Азии - здесь до 40% абонентов не только оснащены терминалами для приема мобильного ТВ, но и активно потребляют такие услуги. Кроме того, широкое проникновение сетей мобильного ТВ позволяет использовать такие терминалы в метро во многих городах Японии и Южной Кореи, а также как часть сервисных функций многофункциональных автомобильных навигаторов, которые могут демонстрировать на экране с диагональю 3-4 дюйма и видео по запросу и эфирное ТВ.

На что стоит рассчитывать пользователю мобильного ТВ в настоящем времени и самом ближайшем будущем? Сейчас - на очень немногое: в решениях от операторов и сторонних производителей он получит от пары десятков до сотни каналов. Но все это будет чистый эфир без какой-либо "мобильной" специфики. Вообще, в Узбекистане идея трансляции видео на мобильные терминалы не то, чтобы хорошо проработана - и это при том, что она тревожит операторов мобильной связи практически с момента смены не очень скоростных беспроводных сетей 2G на более современные 3G. Именно они способны обеспечить быструю загрузку информации через Сеть, причем подобную тенденцию только усилило появление терминалов с цветными экранами, размер которых гораздо больше, чем диагональ спичечного коробка, как это было раньше. Между тем мало какая из компаний, подготавливающих трансляцию видеоконтента на миниатюрные терминалы пользователей, действительно задумывается о том, что именно интересно воспринимать пользователям на таком ограниченном пространстве.

2. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ СОТОВОЙ СВЯЗИ

2.1. Стандарт MPEG-4 и видео-системы

MPEG-4 является стандартом ISO/IEC разработанным MPEG (Moving Picture Experts Group), комитетом, который разработал такие известные стандарты как MPEG-1 и MPEG-2. Эти стандарты сделали возможным интерактивное видео на CD-ROM и цифровое телевидение. MPEG-4 является результатом работы сотен исследователей и разработчиков всего мира [6,7]. Разработка MPEG-4 (в ISO/IEC нотации имеет название ISO/IEC 14496) завершена в октябре 1998. Международным стандартом он стал в начале 1999. Полностью совместимый расширенный вариант MPEG-4 версия 2 был разработан к концу 1999 и стал международным стандартом в начале 2000. Работы над этим документом продолжаются MPEG-4 предназначен для решения трех проблем:

- Цифровое телевидение;
- Интерактивные графические приложения (synthetic content);
- Интерактивное мультимедиа World Wide Web.

Особенности стандарта MPEG-4. Стандарт MPEG-4 предоставляет технологии для нужд разработчиков, сервис-провайдеров и конечных пользователей.

- Для разработчиков, MPEG-4 позволяет создавать объекты, которые обладают большей адаптивностью и гибкостью, чем это возможно сейчас с использованием разнообразных технологий, таких как цифровое телевидение, анимационная графика WWW и их расширения. Новый стандарт делает возможным лучше управлять содержимым и защищать авторские права.
- Для сетевых провайдеров MPEG-4 предлагает прозрачность данных, которые могут интерпретироваться и преобразовываться приемлемые сигнальные сообщения для любой сети посредством стандартных процедур. MPEG-4 предлагает индивидуальные QoS-дескрипторы

(Quality of Service) для различных сред MPEG-4. Точное преобразование параметров QoS для каждой из сред в сетевые значения QoS находится за пределами регламентаций MPEG-4 (оставлено на усмотрение сетевых провайдеров). Передача QoS-дескрипторов MPEG-4 по схеме точка-точка оптимизирует транспортировку данных в гетерогенных средах.

- Для конечных пользователей, MPEG-4 предлагает более высокий уровень взаимодействия с содержимым объектов. Стандарт транспортировать мультимедиа данные через новые сети, включая те, которые имеют низкую пропускную способность, например, мобильные. Описания приложений MPEG-4 можно найти на странице <http://www.cselt.it/mpeg>.

Стандарт MPEG-4 определяет следующее:

1. Представляет блоки звуковой, визуальной и аудиовизуальной информации, называемые "медийными объектами". Эти медийные объекты могут быть естественного или искусственного происхождения; это означает, что они могут быть записаны с помощью камеры или микрофона, а могут быть и сформированы посредством ЭВМ;
2. Описывает композицию этих объектов при создании составных медийных объектов, которые образуют аудиовизуальные сцены;
3. Мультиплексирование и синхронизацию данных, ассоциированных с медийными объектами, так чтобы они могли быть переданы через сетевые каналы, обеспечивая QoS, приемлемое для природы специфических медийных объектов; и
4. Взаимодействие с аудиовизуальной сценой, сформированной на принимающей стороне.

Доставка потоков данных. Синхронизованная доставка потока данных отправителя получателю, использующая различные QoS, доступные в сети, специфицирована в терминах слоя синхронизации и доставки, которые содержат двухслойный мультиплексор (см. рис. 2.1).

Первый слой мультиплексирования управляется согласно спецификации DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework). Это мультиплексирование

может быть реализовано определенным в MPEG мультиплексором FlexMux, который позволяет группировать элементарные потоки ES (Elementary Streams) с низкой избыточностью. Мультиплексирование на этом уровне может использоваться, например, для группирования ES с подобными требованиями по QoS, чтобы уменьшить число сетевых соединений или значения задержек.

Слой "TransMux" (Transport Multiplexing) на рис. 2.1 моделирует уровень, который предлагает транспортные услуги, удовлетворяющие требованиям QoS. MPEG-4 специфицирует только интерфейс этого слоя, в то время как остальные требования к пакетам данных будут определяться транспортным протоколом. Любой существующий стек транспортных протоколов, например, (RTP)/UDP/IP, (AAL5)/ATM, или MPEG-2 Transport Stream поверх подходящего канального уровня может стать частным случаем TransMux. Выбор оставлен за конечным пользователем или сервис-провайдером, и позволяет использовать MPEG-4 с широким спектром операционного окружения.

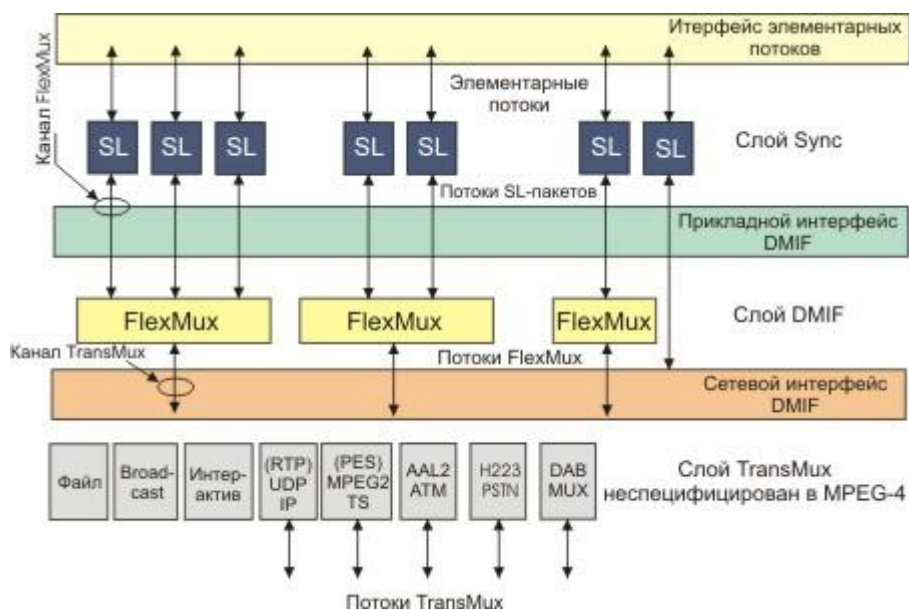


Рис. 2.1. Модель системного слоя MPEG-4

Использование мультиплексора FlexMux является опциональным и, как показано на рис. 2.1, этот слой может быть пустым, если нижележащий TransMux предоставляет все необходимые функции. Слой синхронизации, однако, присутствует всегда. С учетом этого возможно:

- идентифицировать модули доступа, транспортные временные метки и эталонную временную информацию, а также регистрировать потерю данных.
- опционно выкладывать данные от различных элементарных потоков в потоки FlexMux
- передавать управляющую информацию:
- индицировать необходимый уровень QoS для каждого элементарного потока и потока FlexMux;
- транслировать данные требования QoS в действительные сетевые ресурсы;
- ассоциировать элементарные потоки с медиа-объектами
- передавать привязку элементарных потоков к FlexMux и TransMux каналам

Натуральное видео. Видео MPEG-4 версия 2 добавляет новые возможности в следующих областях:

- увеличенная гибкость объектно-ориентированного масштабируемого кодирования,
- улучшенная эффективность кодирования,
- улучшенная стабильность временного разрешения при низкой задержке буферизации,
- улучшенная устойчивость к ошибкам,
- кодирование нескольких изображений: промежуточные или стереоскопические изображения будут поддерживаться на основе эффективного кодирования нескольких изображений или видео последовательностей. Частным примером может служить кодирование стереоскопического изображения или видео путем сокращения избыточности информации за счет малого различия изображений в стереопаре.

Анимация тела. В версии 2 к анимации лица, существовавшей в версии 1, добавлена анимация тела.

Кодирование 3-D полигональных сеток. Версия 2 MPEG-4 предоставляет набор средств для кодирования многогранных 3-D сеток. Многогранные сетки широко используются для представления 3-D объектов.

Звук. MPEG-4 Аудио версия 2 является расширением MPEG-4 Аудио версия 1. В новой версии добавлены новые средства и функции, все прежние возможности и функции сохранены. Версия 2 MPEG-4 Аудио предоставляет следующие возможности:

- Улучшенная устойчивость к ошибкам;
- Кодирование аудио, которое сочетает в себе высокое качество и малые задержки;
- Масштабируемость зерна изображения (масштабируемость разрешения вплоть до 1 кбит/с на канал);
- Параметрическое аудио-кодирование для манипулирования звуком при низких скоростях;
- Сжатие пауз в разговоре (CELP) для дальнейшего понижения потока данных при кодировании голоса;
- Параметрическое кодирование речи, устойчивое к ошибкам;
- Пространственная ориентация – возможность реконструировать звуковое окружение, используя метод моделирования;
- Обратный канал, который полезен для настройки кодирования или масштабируемого воспроизведения в реальном времени;
- Низкая избыточность транспортного механизма MPEG-4 для звука.

DMIF. Основные средства, вводимые DMIF версия 2 предоставляют поддержку (ограниченную) мобильных сетей и мониторинга QoS.

Поддержка мобильных сетей. Спецификация H.245 была расширена (H.245v6), чтобы добавить поддержку систем MPEG-4; спецификация DMIF предоставляет возможность работу с сигналами H.245. Мобильные терминалы могут теперь использоваться системами MPEG-4, такими как BIFS и OD-потоки.

H.245 – протокол согласования параметров соединения, используется например в H.323 или H.324 сеансе связи. Сообщения протоколов H.245 и H.225 в рамках простейшего (базового вызова) в H.323. Канал контроля, работающий по стандарту H.245, служит для выявления понимаемого обеими сторонами набора функций, для управления работой логических каналов и некоторых общих сообщений. В каждом сеансе связи существует один и только один канал H.245.

Мониторирование QoS. DMIF V.2 вводит концепцию мониторинга качества обслуживания (QoS). Реализуемого в сети. Интерфейс DMIF-приложения был соответственно расширен. Модель допускает до трех различных режимов мониторинга QoS: непрерывное мониторингирование, контроль специфических очередей, и наблюдение за нарушениями QoS

Пользовательские команды с ACK. Модель DMIF позволяет приложениям партнеров обмениваться любыми сообщениями пользователей (поток управляющих сообщений). В DMIF V2 добавлена поддержка сообщений-откликов.

Управление информацией уровня Sync MPEG-4. V.2 улучшает модель DMIF, чтобы позволить приложениям обмениваться прикладными данными со слоем DMIF. Это добавление было введено, чтобы сделать возможным в пределах модели обмен блоками протокольных данных уровня Sync. Это комбинация чисто медийных данных (PDU) и логической информации уровня Sync. Модель подтверждает, что в пределах существующего транспортного стека существуют средства, которые перекрываются с Sync-слоем систем MPEG-4. Это случай RTP и MPEG-2 элементарных потоков пакетов PES (Packetized Elementary Streams), а также MP4-атомов в файловом формате. Во всех таких случаях очевидной реализацией DMIF является преобразование информации уровня Sync, извлеченной из этих структур, а также из SL-PDU, в однородное логическое представление заголовка пакета уровня Sync. Как следствие, введены соответствующие параметры для DAI, с учетом

обеспечения их семантической независимости от транспортного стека и приложения.

DAI-синтаксис на языке СИ. DMIF V.2 вводит информативное дополнение, который предоставляет синтаксис C/C++ для прикладного интерфейса DMIF, как это рекомендуется API-синтаксисом.

2.2. Ортогональное преобразование видеоизображений

Преобразования, которые используются для сжатия видеоизображений должны быть быстрыми, и, по возможности, легко реализуемыми на компьютере. Это прежде всего предполагает, что такие преобразования должны быть линейными.

Ортогональное преобразование — линейное преобразование A евклидова пространства L , сохраняющее длины или (что эквивалентно) скалярное произведение векторов [8]. Это означает, что для любых двух векторов $x, y \in L$ выполняется равенство

$$\langle A(x), A(y) \rangle = \langle x, y \rangle,$$

где треугольными скобками обозначено скалярное произведение $\langle x, y \rangle$ в пространстве L .

То есть, преобразованные величины c_i являются линейными комбинациями (суммами с некоторыми множителями или весами) исходных величин (пикселей) d_j , причем соответствующим множителем или весом служит некоторое число w_{ij} (коэффициент преобразования). Значит,

$$c_i = \sum_j d_j w_{ij},$$

где $i, j = 1, 2, \dots, n$. Например, при $n = 4$ это преобразование можно записать в матричной форме

$$\begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & w_{14} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & w_{24} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} & w_{34} \\ w_{41} & w_{42} & w_{43} & w_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{pmatrix},$$

которая в общем случае примет следующий вид: $C = W \cdot D$. Каждый вектор-столбец матрицы W называется «базисным вектором».

Важной задачей является определение коэффициентов преобразования w_{ij} . Основное требование заключается в том, чтобы после преобразования величина c_1 была бы большой, а все остальные величины c_2, c_3, \dots стали бы малыми. Основное соотношение

$$c_i = \sum_j d_j w_{ij}$$

предполагает, что c_i будет большим, если веса w_{ij} будут усиливать соответствующие величины d_j . Это произойдет, например, если компоненты векторов w_{ij} и d_j имеют близкие значения и одинаковые знаки. Наоборот, c_i будет малым, если веса w_{ij} будут малыми, и половина из них будет иметь знак, противоположный знаку соответствующего числа d_j . Поэтому, если получаются большие c_i , то векторы w_{ij} имеют сходство с исходным вектором d_j , а малые c_i означают, что компоненты w_{ij} сильно отличаются от d_j . Следовательно, базисные векторы w_{ij} можно интерпретировать как инструмент для извлечения некоторых характерных признаков исходного вектора.

На практике веса w_{ij} не должны зависеть от исходных данных. В противном случае, их придется добавлять в сжатый файл для использования декодером. Это соображение, а также тот факт, что исходные данные являются пикселями, то есть, неотрицательными величинами, определяет способ выбора базисных векторов. Первый вектор, тот, который, порождает c_i , должен состоять из близких, возможно, совпадающих чисел. Он будет усиливать неотрицательные величины пикселей. А все остальные векторы базиса должны наполовину состоять из положительных чисел, а на другую половину - из

отрицательных. После умножения на положительные величины и их сложения, результат будет малым числом. (Это особенно верно, когда исходные данные близки, а мы знаем, что соседние пиксели имеют, обычно, близкие величины.) Напомним, что базисные векторы представляют собой некоторый инструмент для извлечения особенностей из исходных данных. Поэтому хорошим выбором будут базисные векторы, которые сильно различаются друг от друга и, поэтому, могут извлекать разные особенности. Это приводит к мысли, что базисные векторы должны быть взаимно ортогональными. Если матрица преобразования \mathbb{W} состоит из ортогональных векторов, то преобразование называется ортогональным. Другое наблюдение, позволяющее правильно выбирать базисные векторы, состоит в том, что эти векторы должны иметь все большие частоты изменения знака, чтобы извлекать, так сказать, высокочастотные характеристики сжимаемых данных при вычислении преобразованных величин.

Этим свойствам удовлетворяет следующая ортогональная матрица:

$$\mathbb{W} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Первый базисный вектор (верхняя строка \mathbb{W}) состоит из одних единиц, поэтому его частота равна нулю. Все остальные векторы имеют две +1 и две -1, поэтому они дадут маленькие преобразованные величины, а их частоты (измеренные количеством смен знаков в строке) возрастают. Эта матрица подобна матрице преобразования Адамара Уолша. Для примера, преобразуем начальный вектор (4,6,5,2):

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17 \\ 3 \\ -5 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Результат вполне ободряющий, поскольку число c_1 стало большим (по сравнению с исходными данными), а два других числа стали малыми.

Вычислим энергии исходных и преобразованных данных. Начальная энергия равна $4^2 + 6^2 + 5^2 + 2^2 = 81$, а после преобразования энергия стала $17^2 + 3^2 + (-5)^2 + 1^2 = 324$, что в четыре раза больше. Энергию можно сохранить, если умножить матрицу преобразования \mathbb{W} на коэффициент $1/2$. Новое произведение $\mathbb{W} \cdot (4, 6, 5, 2)^T$ будет равно $(17/2, 3/2, -5/2, 1/2)$. Итак, энергия сохраняется и концентрируется в первой компоненте, и она теперь составляет $8.5^2 / 81 = 89\%$ от общей энергии исходных данных, в которых на долю первой компоненты приходилось всего 20%.

Другое преимущество матрицы \mathbb{W} состоит в том, что она же делает обратное преобразование. Исходные данные $(4, 6, 5, 2)$ восстанавливаются с помощью произведения $\mathbb{W} \cdot (17/2, 3/2, -5/2, 1/2)^T$.

Теперь мы в состоянии оценить достоинства этого преобразования. Квантуем преобразованный вектор $(8.5, 1.5, -2.5, 0.5)$ с помощью его округления до целого и получаем $(9, 1, -3, 0)$. Делаем обратное преобразование и получаем вектор $(3.5, 6.5, 5.5, 2.5)$. В аналогичном эксперименте мы просто удалим два наименьших числа и получим $(8.5, 0, -2.5, 0)$, а потом сделаем обратное преобразование этого грубо квантованного вектора. Это приводит к восстановленным данным $(3, 5.5, 5.5, 3)$, которые также весьма близки к исходным. Итак, наш вывод: даже это простое и интуитивное преобразование является хорошим инструментом для «выжимания» избыточности из исходных данных. Более изощренные преобразования дают результаты, которые позволяют восстанавливать данные с высокой степенью схожести даже при весьма грубом квантовании.

2.3. Анализ современных микропроцессорных устройств для обработки видео в реальном масштабе времени

В настоящее время в мире для обработки видео и звука широко используются цифровые сигнальные процессоры, которые имеют высокопроизводительное ядро и развитую периферию, что позволяет решать широкий круг задач по обработке видео и звука, а также проектировать сетевые

устройства. Цифровой сигнальный процессор (ЦСП) (DSP – Digital Signal Processor) – это специализированный процессор, внутренняя структура, которого ориентирована на более быстрое вычисление таких математических операций как, быстрое преобразование Фурье, ДКП, вейвлет преобразования, используемые для обработки изображений и звука. Поэтому современные DSP широко используются в области распознавания речи и изображений, кодирования видео и аудиопотоков, а также уплотнения каналов передачи данных [6]. Таким, образом данные технологии встречается в ТВ и видео камерах, видео регистраторах, устройствах видеозахвата и прочем оборудовании, позволяющим работать с аудиовизуальными данными. Цифровые сигнальные процессоры строятся на основе т. н. «Гарвардской архитектуры», отличительной особенностью которой является то, что программы и данные хранятся в различных устройствах памяти — памяти программ и памяти данных (рис.2.2). В отличие от архитектуры фон Неймана, где процессору для выборки команды и двух операндов требуется минимум три цикла шины, ЦСП может производить одновременные обращения как к памяти команд, так и к памяти данных, и указанная выше команда может быть получена за два цикла шины. В реальности, благодаря продуманности системы команд и другим мерам, это время может быть сокращено до одного цикла. При этом, память команд может хранить не только программы, но и данные. В этом случае говорят, что ЦСП построен по модифицированной гарвардской архитектуре. В настоящее время в мире существует много фирм производящих различные цифровые сигнальные процессоры но разработкой ЦСП для обработки видео, видеонаблюдения, цифровых камер, 3D графикив основном занимаются Texas Instruments (TI), Philips Semiconductors, Analog Devices и Freescale Semiconductor. При этом для обработки видео интерес представляют такие ЦСП TMS320DM8148, Blackfin ADSP-BF561и PNX 1500, которые рассмотрим подробнее. В процессоре ADSP-BF561 имеется два ядра с частотой 600 МГц и производительностью 1200 ММАСs, память на 348 кБайт и набор периферии. Встроенный параллельный периферийный интерфейс с поддержкой

видео формата ITU-R 656 и высокоскоростные последовательные порты, поддерживающие формат I2S, значительно упрощают конструкцию мультимедийных устройств, таких как широкополосные приёмные устройства, системы безопасности и наблюдения, автомобильные видеосистемы обеспечения безопасности движения.



Рис.2.2. Обобщенная структура цифрового сигнального процессора

TMS320DM8148 — двух ядерный цифровой медиа-процессор семейства DaVinci™ компании Texas Instruments, ориентированной на такие приложения, как системы видео-конференц связи высокой четкости, системы видеонаблюдения, IP-видеокамеры, медиаплееры, медицинские системы обработки изображений, сетевые проекторы, бытовая аудио/видео аппаратура и т.д. Наличие DSP-ядра позволяет программно реализовывать практически любые алгоритмы обработки аудио- и видеоданных. Ядро ARM позволяет использовать операционную систему Linux, а подсистема обработки видеоданных значительно снижает нагрузку на ядро DSP. RISC микропроцессор ARM® Cortex™-A8 с частотой до 1 ГГц и производительностью до 2000 MIPS (млн. операций в сек.) DSP процессор C674x™ с командными словами сверхбольшой длины (VLIW) с частотой до 750 МГц и производительностью 6000 MIPS / 7500 MFLOPS (млн. операций с плавающей точкой в сек.) PNX 1500 — ориентирован на обработку данных в режиме реального времени, поэтому данные ЦСП широко применяются в

автономных и сетевых устройствах: персональных видеомэгнитофонах, подключенных к сети DVD-плеерах, устройствах беспроводной ЛВС, IP-приставках видеонаблюдения, видео-приставках, устройствах проведения видеоконференций и др. Сетевой мультимедийный процессор обработки аудио, видео, графических и коммуникационных мультимедийных данных поддерживает до 256 Мбайт DDR SDRAM, используя 16- или 32-битные данные передаваемые с частотой до 400 МГц (1.6 Гбайт/с). Инновационный 32-битный TriMedia™ центральный процессор с мощными мультимедийными и с плавающей точкой инструкциями имеет мощное комплексное программное обеспечение, позволяющее использовать в мультимедийных устройствах язык программирования "C++". В материалах доклада подробно рассматриваются основные особенности и технические характеристики перечисленных выше микропроцессоров.

2.4. Обзор методов сжатия мультимедийной информации

Одной из наиболее быстро развивающихся отраслей на сегодняшний день, безусловно, является цифровое телевидение. Основной тенденцией развития предоставляемых современным пользователям цифрового телевидения услуг является использование все более сложных и насыщенных мультимедийных элементов – графики, звука, видеофрагментов, анимации, которые в свою очередь предъявляют более высокие требования к пропускной способности каналов связи и к вычислительным ресурсам приемо-передающих устройств [7]. В связи с этим для предоставления таких услуг появляется необходимость в уменьшении объема передаваемых данных с минимальными потерями в качестве. Поэтому эффективность сжатия данных мультимедийного контента имеет важное значение. На сегодняшний день существует довольно большое количество различных методов сжатия мультимедийных данных. Все алгоритмы компрессии должны выполняться на любых платформах от серверов до цифровых фотокамер, постоянно улучшаться для более эффективного использования возможностей современной аппаратуры и ограниченного частотного ресурса. Поэтому рассмотрим основные особенности наиболее

распространенных методов и алгоритмов сжатия объемов данных, образующих в мультимедийный контент. Алгоритм RLE. Наиболее известный простой подход и алгоритм сжатия информации обратимым путем - это кодирование серий последовательностей (Run Length Encoding - RLE). Суть метода состоит в замене цепочек или серий повторяющихся байтов или их последовательностей на один кодирующий байт и счетчик числа их повторений. Само сжатие происходит за счет того, что в исходном изображении встречаются цепочки одинаковых байт. Замена их на пары уменьшает избыточность данных. Алгоритм RLE рассчитан на деловую графику – изображения с большими областями повторяющегося цвета. Если изображение «плохое», то использование алгоритма RLE может привести к увеличению исходного файла, т.е. дать обратный результат.

Алгоритм LZWCжатие в данном алгоритме осуществляется за счет одинаковых цепочек байт. Метод основан на создании своеобразного словаря, где каждое слово получается свой порядковый номер. Используя данный метод в сжатый файл содержит не предложения, а последовательность чисел, что существенно сокращает его размер. Основным параметром словарного метода является размер словаря. Чем больше словарь, тем больше эффективность. Алгоритм LZW является одним из самых распространенных методов сжатия без потерь. К достоинствам можно отнести простой алгоритм декомпрессии.

JBIGАлгоритм разработан специально для сжатия однобитных черно-белых изображений. При этом алгоритм изображение разбивается на отдельные битовые плоскости. JBIG позволяет управлять такими параметрами, как порядок разбиения изображения на битовые плоскости, ширина полос в изображении, уровни масштабирования. Уровни масштабирования позволяют легко ориентироваться в базе больших по размерам изображений, просматривая сначала их уменьшенные копии.

Lossless JPEG. Этот алгоритм разработан группой экспертов в области фотографии. В отличие от JBIG, LosslessJPEGориентирован на полноцветные

24-битные или 8 – битные в градациях серого изображения без палитры. Он представляет собой специальную реализацию JPEG без потерь.

JPEG – один из достаточно мощных алгоритмов. Оперирует алгоритм областями 8×8 , на которых яркость и цвет меняются сравнительно плавно. Сжатие в данном алгоритме осуществляется за счет плавности изменения цветов в изображении. В целом алгоритм основан на дискретном косинусоидальном преобразовании, применяемом к матрице изображения для получения некоторой новой матрицы коэффициентов. Рекурсивный (волновой) алгоритм активно развивается в последние годы и напрямую исходит из идеи спользования когерентности областей. Ориентирован алгоритм на цветные и черно-белые изображения с плавными переходами. Алгоритм идеален для картинок типа рентгеновских снимков. Идея алгоритма заключается в том, что сразу в файл сохраняется разница, то есть число между средними значениями соседних блоков в изображении, которая обычно принимает значения близкие к 0. Достоинством этого алгоритма можно отнести то, что он легко позволяет реализовать возможность постепенного «проявления» изображения при передаче изображения по сети. На основе проделанного анализа существующих методов сжатия можно сделать вывод, что все существующие алгоритмы компрессии имеют свои достоинства и недостатки. С одной стороны разработанные алгоритмы сжатия достаточно универсальны и покрывают все типы данных, с другой – по сегодняшним меркам у них слишком маленькая степень сжатия, если используется алгоритм сжатия без потерь. Например, используя один из методов сжатия без потерь, можно обеспечить архивацию изображения примерно всего лишь в два раза. В то же время алгоритмы сжатия с потерями оперируют с коэффициентами сжатия в 10-200 раз, но при этом происходит проигрыш в качестве восстановленной информации.

Поэтому разработки новых методов и алгоритмов эффективного сжатия объемов видеоданных, звукового сопровождения, графических данных, служебной и текстовой информации без заметного ухудшения качества

восстановленных сигналов (где это допустимо) позволят передавать больше ТВ программ с лучшим качеством.

2.5. Анализ методов нейросетевого сжатия видеоданных

Сжатие данных - это одна из многих задач, выполняемая нейросетевыми технологиями. Способность нейросетей к выявлению взаимосвязей между различными параметрами дает возможность выразить данные большой размерности более компактно, если данные тесно взаимосвязаны друг с другом.

Существует несколько способов сжатия данных с помощью нейросетей. Одним из которых является метод «Бутылочное горлышко», показанный на рисунке 2.3.

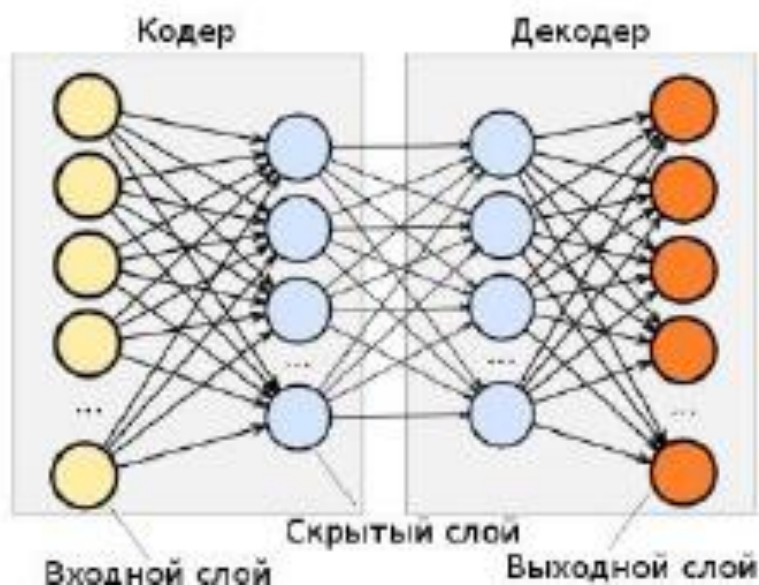


Рис. 2.3. Метод сжатия данных «Бутылочное горлышко»

Для реализации этого метода используется многослойный персептрон, архитектура которого строится следующим образом. Количество нейронов во входном и выходном слоях одинаково и зависят они от размерности исходных данных [7]. Далее располагаются несколько скрытых промежуточных слоев, количество которых зависит от сложности сжимаемых данных. Исходные данные строятся так, чтобы на выходе получался тот же набор сигналов, что и на его входе. Обучается сеть с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, минимизирующий ошибку в сети. В практическом использовании данную сеть разделяют на две составляющие. Первая часть – это входные

нейроны, которые будут работать на компрессию и полученный результат передаётся по каналу связи, и вторая часть – выходные нейроны, которые будут работать на декомпрессию.

Другим способом сжатия данных являются сети с встречным распространением. Они позволяют сжимать данные перед их передачей, уменьшая тем самым число битов, которые должны быть переданы. Так, если требуется передать некоторое изображение, то оно может быть разбито на подизображения S , как показано на рис. 2.4. Каждое подизображение разбито на пиксели. Тогда каждое подизображение является вектором, элементами которого являются пиксели, из которых состоит подизображение. При этом, можно допустить, что каждый пиксель - это единица (если он светлый) или нуль (если он черный). Если в подизображении имеется n пикселей, то для его передачи потребуется n бит. При этом, если допустимы некоторые искажения изображения, то для его передачи требуется существенно меньшее число битов, что позволяет передавать изображение быстрее. Это возможно из-за статистического распределения векторов подизображений, поскольку некоторые из них могут встречаться часто, тогда как другие, встречаться так редко, что могут быть аппроксимированы довольно грубо. Таким образом, метод, называемый векторным квантованием, находит более короткие последовательности битов, наилучшим образом представляющие эти подизображения.

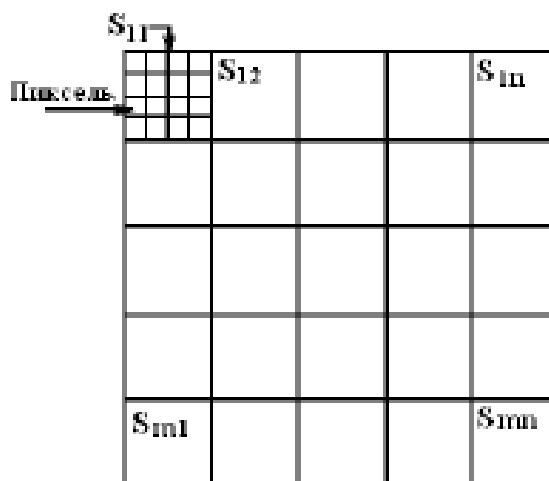


Рис.2.4. Пример разбиения изображения на пиксели

Сеть встречного распространения может быть использована для выполнения векторного квантования. Множество векторов подизображений используется в качестве входа для обучения слоя Кохонена по методу аккредитации, когда выход единственного нейрона равен 1. Веса слоя Гроссберга обучаются выдавать бинарный код номера того нейрона Кохонена, выход которого равен 1. Например, если выходной сигнал нейрона 7 равен 1 (а все остальные равны 0), то слой Гроссберга будет обучаться выдавать 00...000111 (двоичный код числа 7). Это и будет являться более короткой битовой последовательностью передаваемых символов.

На приемном конце идентичным образом обученная сеть встречного распространения принимает двоичный код и реализует обратную функцию, аппроксимирующую первоначальное подизображение. Этот метод применялся на практике как к речи, так и к изображениям, с коэффициентом сжатия данных от 10:1 до 100:1. Качество было приемлемым, хотя некоторые искажения данных на приемном конце признаются неизбежными.

В материалах доклада приводятся более подробные сведения о нейросетевых методах сжатия изображений, их достоинствах и недостатках.

2.6. Исследование эффективности работы вейвлет видео кодеков

В последнее время алгоритмы сжатия видеоданных получили большое распространение, в связи с чем количество алгоритмов стремительно растет и все чаще и чаще возникает вопрос выбора того или другого алгоритма сжатия. Методы сжатия видеоданных с каждым днём совершенствуются и становятся более прогрессивными. Эффективное кодирование находит широкое применение в цифровом телевидении, в том числе при передаче видеоданных в мобильных системах, благодаря чему имеется возможность повысить пропускную способность каналов связи, поэтому важно оценить насколько хорошо работают те или иные видео кодеки. Для этой цели было проведено исследование эффективности работы перспективного кодека Dirac GUI на вейвлет преобразованиях с кодеком стандарта H.264 Lossless. Где H.264 Lossless – стандарт сжатия видеоданных, принятый Международной

организацией по стандартизации (ISO) и представляет собой более упрощенную версию стандарта MPEG-4, обеспечивающую обработку видеопотока в реальном масштабе времени. Для экспериментальной оценки эффективности работы кодеков производилась обработка 4 видеосюжетов различных форматов и жанров с последующей оценкой визуального качества восстановленных изображений. Для тестирования использовались видеопоследовательности следующих жанров: мультипликация (Белка), музыкальный клип, природа и фэнтези. В сравнении использовались 4 небольших видеопоследовательностей (рис.2.5-2.8), каждая из которых представляет разное содержание по насыщенности движения, шумов и т.п.



Рис.2.5. (600 кадров, формат I420) - часть мультипликации (Белка).



Рис.2.6. (1207 кадров, формат I420) - съемка танцующего певца, присутствие частых мелких объектов и границ – много движения.



Рис.2.7. (826 кадров, формат I420) – кадры природы, в основном статичная картинка, медленное движение камеры, несколько сцен.



Рис.2.8. (1822 кадра, формат I420) - фильм фэнтези, частая смена сцен, в кадрах несколько персонажей, лица, фигуры, задний план.

В представленной ниже таблице 2.1 для каждой из видео последовательностей приведены характеристики скорости цифрового пока в кадрах в секунду (fps) и степени сжатия в разях (compression ratio) для тестируемых кодеков (чем выше значение параметра тем лучше). Жирным шрифтом выделены наилучшие показатели по тестируемым кодекам.

Таблица 2.1. Результаты оценки эффективности сжатия видеопоследовательностей

Номер рисунка, размер видео- фрагмента	Рис.2.5. 1080p		Рис.2.6. 1088x464		Рис.2.7. 1088x464		Рис.2.8. 1088x464	
	fps	C/ratio	fps	C/ratio	fps	C/ratio	fps	C/ratio
Вейвлет видео кодеки								
Dirac GUI	7,2	4,2	46,2	3,6	41,3	3,4	28,9	3,9
H.264 Lossless	6,3	4,6	36,6	3,7	33,0	3,2	28,9	4,0

По результатам тестирования можно сказать, что кодек H.264 Lossless отстает по производительности от Dirac GUI, несмотря на превосходящее количество задействованных преобразований, и алгоритмов в предлагаемом кодеке, лишь иногда незначительно уступая ему в степени компрессии, а

иногда даже превосходя (на зашумленной и статичной видеопоследовательности). Это небольшое тестирование демонстрирует, что данные вейвлет видео кодеки в перспективе заменят традиционные кодеки на дискретно-косинусном преобразовании.

3. ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

В связи с научно-техническим прогрессом проблема взаимодействия человека и современной техники стала весьма актуальной. Чрезвычайно велика роль человека-оператора, управляющего иногда не только отдельными машинами и агрегатами, но и целыми системами технических устройств, огромными потоками энергии.

Целью данного раздела является анализ опасных и вредных факторов труда оператора и разработка мер защиты от них, оценка условий труда.

В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности.

Работа оператора связана с программным обеспечением системы комутации. В целях предупреждения профессиональных заболеваний при воздействии опасных и вредных производственных факторов на предприятиях применяются меры по их предупреждению и устранению, а также снижению степени воздействия на работающих.

Вредные и опасные производственные факторы, согласно ГОСТ 12.0-003-74 “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация”, подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические. Каждая группа в свою очередь подразделяется на подгруппы [8].

На оператора ЭВМ (в области его рабочего места) воздействуют следующие опасные и вредные производственные факторы:

Физические

- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная напряженность магнитного поля;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;

- прямая и отраженная блескоть.

Психофизиологические

- статические, динамические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки;
- зрительно-напряженные перегрузки.

Рабочее место оператора укомплектовано персональным ЭВМ, принтером, сканером, ксероксами и средств коммуникации. Имеющееся оборудование питается от сети напряжением 220 вольт. Таким образом, присутствует источник *шума*. И существует опасность поражения электрическим током.

Источником ионизирующих, электромагнитных излучений и блескоти является экран монитора персонального ЭВМ.

Для снижения степени воздействия на оператора ЭВМ опасных и вредных факторов, необходимо соблюдение требований безопасности, проведение защитных мероприятий, а также выполнение инструкции по работе с компьютером.

3.2. Требования безопасности оборудования и организации рабочего места оператора

Предельно допустимые уровни облучения в диапазоне рабочих частот определяются ГОСТом 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот [9]. Допустимые уровни на рабочих местах и проведение контроля» зафиксированы в таблице 3.1.

Таблица 3.1- Предельно допустимая напряженность электромагнитного поля.

Составляющие поля, по которым оценивается его воздействие и диапазон частот, МГц	Предельно допустимая напряженность в течении рабочего дня
Электрическая составляющая:	
0,06-3	50 В/м
3-30	20 В/м
30-50	10 В/м
50-300	5 В/м

Магнитная составляющая: 0,06-1,5 30-50	5 А/м 0,3 А/м
--	------------------

Требования к видеодисплейным терминалам (ВДТ) сформулированы в СНиП 222542-96 “Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организации работ”, согласно которому:

1. Конструкция ВДТ, его дизайн и совокупность эргономических параметров должны обеспечивать надежное и комфортное считывание отображаемой информации в условиях эксплуатации (таблица 3.2).

Таблица 3.2- Визуальные эргономические параметры ВДТ и пределы их изменений.

Наименование параметров	Пределы значений	
	мнним. (не менее)	макс, (не более)
Яркость знака (яркость фона)	35	120
Внешняя освещенность экрана, лк	100	250
Угловой размер знака, утл. мин	16	6

2. Дизайн ВДТ не должен предусматривать блесккость.

3. Конструкция ВДТ должна обеспечивать возможность фронтального наблюдения экрана в пределах ± 30 градусов поворота корпуса в пределах ± 30 градусов с фиксацией в заданном положении.

4. Конструкция ВДТ должна предусматривать наличие ручек регулировки яркости и контраста.

Конструкция клавиатуры должна предусматривать:

— исполнение в виде отдельного устройства с возможностью свободного перемещения;

— опорное приспособление, позволяющее изменять угол наклона поверхности клавиатуры в пределах от 5 до 15 градусов:

— клавиатуру следует располагать на поверхности стола на

расстоянии 100-300 мм от края.

Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ

1. Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм.

2. Рабочий стол должен иметь пространство для ног (600*500*450 мм).

4. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки.

5. Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног (300*400*150 мм).

Согласно ГОСТ 27954-88 “Видеомониторы ЭВМ. Дозы излучения.”, требования безопасности к рабочему месту оператора следующие:

Электронно-лучевые трубки монитора должны быть взрывобезопасными, без дополнительной защиты.

Мощность дозы рентгеновского излучения в любой точке пространства на расстоянии 5 см от экрана видеомонитора не должна превышать 0,03 мкР/с при 41-часовой рабочей неделе.

Корректированный уровень звуковой мощности шума на рабочем месте оператора (ГОСТ 26329 “Машины вычислительные и системы обработки данных. Допустимые уровни шума технических средств и методы их определения”) представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Допустимый корректированный уровень звуковой мощности.

Наименование устройства	Допустимый уровень звуковой мощности, дБА
1. Устройство ввода-вывода	85
2. Запоминающие устройства на магнитных дисках	75
3. Процессоры, оперативные запоминающие устройства	70
4. Устройства последовательной печати	70
5. Запоминающее устройство на гибких дисках	60

6.Устройства отображения	50
7.Клавиатура	50

4. Плотность потока ультрафиолетового излучения не должна превышать 10 Вт/м².

5. Электрическое оборудование (ГОСТ 12.2.007.9-88 “Оборудование электротермическое. Требования безопасности.”) должно быть спроектировано таким образом, чтобы в нормальных условиях работы были обеспечены безопасность обслуживающего персонала и условия, предотвращающие возможность возникновения пожара или взрыва [8,9].

6. Напряжение на рабочем месте не должно превышать 220 В , сопротивление изоляции токоведущих частей - выше 500 кОм, необходимо наличие инструкции по эксплуатации электрооборудования.

3.3. Инструкция по охране труда

При работе в вычислительном центре следует руководствоваться правилами техники безопасности при работе с электроустановками до 1000 В. Пользователь должен предварительно пройти вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте [9]. К операторам ЭВМ предоставляются следующие требования:

1) Лица, не достигшие 18-летнего возраста, не допускаются к работам в электроустановках.

2) Лица не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе.

3) Лица должны после соответствующей теоретической и практической подготовки пройти проверку знаний и иметь удостоверение на допуск к работам в электроустановках.

Перед допуском к работе ответственный руководитель и производитель работ совместно с допускающим проверяет выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.

На рабочем месте оператора ЭВМ необходимо соблюдать правила внутреннего распорядка, а именно:

- запрещается курить и распивать спиртные напитки;
- выполнять требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности;
- уведомлять администрацию о случаях травмирования, неисправности оборудования;
- уметь оказывать первую помощь;
- соблюдать правила личной гигиены.

Перед началом работы следует применить средства индивидуальной защиты; подготовить рабочее место к эксплуатации; проверить исправность оборудования.

Убедиться в наличии защитного экрана для монитора, а также токоизоляции проводов.

После чего, включить сеть электропитания (под напряжением 220 В), системный блок и монитор (при этом не следует открывать корпус системного блока, или прикасаться к экрану монитора).

Во время работы необходимо:

- выполнять требования по безопасному выполнению работ;
- соблюдать правила использования ЭВМ;
- вести безопасное содержание рабочего места.

Следует выполнять все требования к организации рабочего места оператора ЭВМ. С момента допуска оператора к работе надзор за ним в целях предупреждения несчастных случаев возлагается на производителя работ или наблюдающего. Они должны все время находиться на месте работы.

В случае обнаружения неисправности:

- оборудования, которые могут привести к авариям и несчастным случаям;
- необходимо известить администрацию о происшествии;
- соблюдать правила техники безопасности;

— уметь оказать первую помощь при травмировании, поражении электрическим током.

Не следует оператору касаться проводов, открывать корпус системного блока и монитора; сеть электропитания.

По окончании работы оператор должен безопасно отключить в порядок рабочее место (уборка мусора, отходов производства). По окончании рабочего дня руководитель работ после осмотра места работы расписывается в наряде об ее окончании.

При выполнении работы в течение рабочего дня, а также при переходе от одного вида работ к другому оператору ЭВМ предоставляют перерывы для отдыха, приема пищи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мобильное телевидение – специфический сервис для продвинутых пользователей скоростных и мобильных сетей, который будет популярным только при наличии значительного числа терминалов и грамотном подходе операторов связи к насыщению своих мобильных сетей передачи данных. В России, скорее всего, наиболее позитивное развитие ждет проекты, где контент передается по IP-сетям, поскольку это не требует от пользователя приобретения отдельного (и весьма дорогостоящего) терминала. Да и запустить такой проект можно достаточно быстро – к примеру, «МегаФон» имеет все шансы договориться с Spb Software, как это уже сделали в «Скай Линк», и быстро включить этот сервис для всех владельцев «умных» мобильных. Аналогичные шансы есть и у других компаний «Большой тройки» - возможно, что стримминг по IP-каналу запустит и «ВымпелКом», несмотря на уже построенную сеть DVB-H в Москве. Ну а пользователи пока могут организовать себе и персональный проект мобильного ТВ, используя указанное нами ПО, которое доступно для свободного использования – правда, в таком случае стоит подключить какой-либо безлимитный ТП, поскольку видео обычно «съедает» весьма большое количество данных.

Для того, чтобы пользоваться услугой «Мобильное телевидение», необходимо иметь телефон поддерживающий 3G и «Мобильное телевидение», подключенный интернет и находиться в зоне покрытия 3G мобильного оператора.

Дискретное косинус-преобразование (DCT, discrete cosine transform) является хорошо изученным и весьма эффективным преобразованием, которое применяется в таких методах компрессии, как JPEG и MPEG. Известные алгоритмы быстрого вычисления DCT делают этот метод особенно притягательным в конкретных приложениях.

Преобразование Кархунена-Лоэвэ (KLT, Karhunen Loeve transform) является теоретически наилучшим с точки зрения концентрации энергии (или, что то же самое, удаления корреляции пикселей). К сожалению, его

коэффициенты не фиксированы, а зависят от исходных данных. Вычисление этих коэффициентов (базиса преобразования) делается медленно, как и нахождение самих преобразованных величин. Поскольку преобразование зависит от исходных данных, приходится сохранять его коэффициенты в сжатом файле. По этим причинам, а также из-за того, что DCT дает примерно то же качество, но с большим выигрышем по быстродействию, метод KLT редко используется на практике.

Преобразование Уолша-Адамара (WHT, Walsh-Hadamard transform) быстро вычисляется (при этом используется только сложение и вычитание), но его характеристики, выраженные в терминах концентрации энергии, хуже, чем у DCT.

Преобразование Хаара является очень простым и быстрым. Оно является простейшим вейвлетным преобразованием.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы обеспечения безопасности. Была разработана инструкция по технике безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневецкий В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Техносфера, 2005
2. Емельянов В.В. Сотовая связь. Часть 1. Учебное пособие. – Харьков: ХНУРЭ, 2002. – 136 с.
3. Гейер Дж. - Беспроводные сети. Первый шаг, 2004г.
4. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. 2-е изд. - СПб.: Питер, 2006 - 703 с.
5. Крухмалев В. В., Гордиенко В. Н., Мочанов А. Д. и др. Основы построение телекоммуникационных систем и сетей: 0-75. Учебник для вузов. .- М.: Радио и связь, 1998.
6. Васильев И. И., Птичников М. М. Измерение в цифровых сетях связи. М.: Пастмеркет, 2004.
7. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука - Москва: Техносфера, 2004. - 368с. http://sernam.ru/book_sel.php
8. Ахмед Н., Рао К.П. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. – пер. с англ. Т.Э.Кренкеля. М.:Связь-1980.
9. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат, 1984
10. Постановления Президента Республики Узбекистан принятие ПП №1730 от 21 марта 2012 года «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий». <http://lex.uz/ru/online>
11. Адизов А. Цифровое телевидение: прорыв в будущее. 2014. /www.ccitt.uz
12. www.ccitt.uz
13. www.uzinfocom.uz
14. <http://lib.tuit.uz>
15. www.bookfi.org