

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(дипломная работа)

На тему Разработка метода защиты спутниковой телевизионной информации от несанкционированного доступа абонента

Исполнитель Радченко Сергей Александрович

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Бескид Павел Павлович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Бурлов Вячеслав Георгиевич

(фамилия, имя, отчество)

«17» декабря 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(дипломная работа)

На тему Разработка метода защиты спутниковой телевизионной информации от несанкционированного доступа абонента

Исполнитель Радченко Сергей Александрович

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Бескид Павел Павлович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Бурлов Вячеслав Георгиевич

(фамилия, имя, отчество)

«»20г.

Санкт–Петербург

2017

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 90 с., 21 рис., 10 табл., 41 источник, 1 приложение
ПРИНЦИПЫ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ВЕЩАНИЯ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ; ТЕХНОЛОГИИ СПУТНИКОВОГО ТВ; СТРУКТУРА ПОТОКА ВИДЕОДАННЫХ; РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ (РАСШИФРОВКИ)

В дипломной работе представлена организация защиты спутниковой телевизионной информации от несанкционированного доступа абонента.

Цель работы:

- анализ принципов мультимедийного вещания в сетях передачи данных;
- исследование форматов представления мультимедийного контента;
- изучение структуры элементарного потока видеоданных;
- разработка программного комплекса шифрования видеоданных.

В работе представлены:

- существующие методы мультимедийного вещания;
- форматы представления мультимедийного контента;
- математическое обеспечение представления мультимедийного контента в цифровом виде;
- программно-машинный код разработанного комплекса шифрования

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Исследование принципов мультимедийного вещания в сетях передачи данных.....	7
1.1 Анализ принципов мультимедийного вещания в сетях передачи данных	7
1.2 Классификация технологий доставки информации от сервера до клиента..	12
1.3 Классификация и анализ форматов представления мультимедийного контента.....	17
1.3.1 Система цветного телевидения NTSC	18
1.3.2 Система цветного телевидения PAL	20
1.3.3 Система цветного телевидения SECAM.....	22
1.3.4 Система цифрового телевидения DVB	24
1.3.5 Система цифрового телевидения ATSC и ISDB.....	24
1.3.6 Система цифрового телевидения DAB	25
1.3.7 Система цифрового телевидения DRM	26
1.3.8 Анализ и выбор формата	28
1.4 Сущность технологии спутникового ТВ	30
1.5 Выводы к главе	41
2 Исследование математического обеспечения представления мультимедийного контента в цифровом виде.....	44
2.1 Видеоданные.....	49
2.2 Структура элементарного потока видеоданных	50
2.3 Кодирование	55
2.4 Декодирование.....	61
2.5 Выводы к главе	62

3 Исследование и разработка программного комплекса шифрования видеоданных	63
3.1 Обоснование выбора среды разработки	63
3.2 Логическая структура программного продукта	66
3.3 Разработка интерфейсной части программного продукта	68
3.4 Реализация шифрования (расшифровки).....	69
4. Безопасность жизнедеятельности.....	74
4.1 Основные положения.....	74
4.2 Средства защиты от СВЧ излучения.....	75
Заключение	76
Список использованных источников	77
Приложение А	81

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВО
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет	Информационных систем и геотехнологий
Кафедра	Информационных технологий и систем безопасности
Специальность	090106 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Задание на дипломное проектирование

Студенту Радченко Сергею Александровичу

1. Тема дипломного проектирования (работы): Разработка методов защиты спутниковой телевизионной информации от несанкционированного доступа абонента.

2. Перечень подлежащих разработке разделов по теме

Принципы мультимедийного вещания в сетях передачи данных, математическое обеспечение представления мультимедийного контента в цифровом виде, разработка программного комплекса шифрования видеоданных.

3. Состав технической документации проекта

Пояснительная записка к дипломному проекту, алгоритмы защиты информации в спутниковых телевизионных системах от несанкционированного доступа, листинги разработанных программ, инструкция пользователя по установке защиты, иллюстрационные материалы, DVD диск с файлами проектов, инструкцией пользователя и пояснительной запиской к дипломному проекту.

Задание утверждено на заседании кафедры ИТ и СБ «__» _____ 20__ г.,

Дата выдачи задания «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ИТ и СБ _____ (д.т.н. Бурлов Вячеслав Георгиевич)

Руководитель _____ (д.т.н. Бескид Павел Павлович)

Студент _____ (Радченко Сергей Александрович)

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В минувшие годы произошел стремительный рост высокоскоростных IP сетей во многих городах России и городах других стран (скорости передачи данных от 100 мбит/с и выше). Вследствие чего возник спрос не только на предоставление абонентам услуг доступа в Интернет, но и спрос на большую разновидность дополнительных информационных услуг.

К данным услугам можно отнести высокоскоростной обмен данными внутри сети и различные информационные ресурсы внутри сети (WEB-форумы, чаты и т.д.). Следующим пунктом в улучшении услуг подобных сетей может стать объективная возможность просмотра телевизионных программ и прослушивание радио с использованием высокоскоростной сети передачи данных как сфера доставки мультимедийной информации.

Продажа услуг считается гораздо более прибыльным делом для операторов сетей передачи данных, чем простая реализация Интернет-трафика. Согласно сведениям, Minerva Networks Inc. [27] в Америке на связь и развлечения пользователи тратят около \$150, а в Российской Федерации данная отметка находится на гораздо низшем уровне, но имеется склонность к увеличению данного показателя [33].

Главными пользователями услуг мультимедийного вещания считаются жилые здания, отели, учебные заведения, органы государственной власти. Помимо всего прочего, данная технология может быть использована для создания корпоративных сетей телевидения, удаленной фото/видео фиксации объектов, а кроме того устройства электронной коммерции.

В сравнении качества передачи видео и звука кабельное телевидение сильно уступает спутниковому. Это происходит потому что при подключении спутникового телевидения необходим индивидуальный ресивер, напрямую подключенный к телевизору, который гарантирует безупречное качество изображения и звука, а у кабельного телевидения такового не имеется.

Помимо этого, имеется и несколько трудностей, относящихся к тому, что мультимедийное вещание является особенным типом сети передачи данных, для которого необходимо присутствие хорошей пропускной способности этой сети, а также установление очередности распространяемого мультимедийного трафика по сети (QoS [16]). Плюс не менее важным является получение лицензированного мультимедийного контента и защита его от несанкционированного использования.

Данная работа посвящена исследованию методов, анализу существующего программного и аппаратного обеспечения мультимедийного контента, а также созданию оптимального для небольшой сети (порядка 1000 пользователей) системы защиты от несанкционированного доступа мультимедийного вещания.

Цели и задачи работы: исследование принципов мультимедийного вещания в сетях передачи данных, классификацией технологий доставки информации от сервера до клиента, классификация и анализ форматов представления мультимедийного контента, поиск принципов преодоления противоречий при создании систем шифрования мультимедийного вещания.

Кроме того, целью работы является изучение математического аппарата, используемого для шифрования мультимедийных данных в оптимальном с точки зрения аппаратных затрат цифровом виде на основе анализа процессов кодирования и декодирования наиболее распространенного стандарта MPEG-2.

1 Исследование принципов мультимедийного вещания в сетях передачи данных

1.1 Анализ принципов мультимедийного вещания в сетях передачи данных

В данном разделе будут рассмотрены принципы мультимедийного вещания, в сетях передачи данных представляющего собой передачу от некоторого центрального узла (иначе сервера вещания) информационного потока, включающего в себя аудио и визуальные данные, а также некоторый объем служебной информации для возможности получения передаваемой информации и ее воспроизведение клиентом (клиентским программным обеспечением). Под сетями передачи данных подразумеваются информационные сети различной структуры и топологии, поддерживающие работу по протоколу TCP/IP (rfc791, rfc793).

Постоянное усовершенствование технологий сетей передачи данных с одновременным удешевлением оборудования привело к стремительному росту числа высокоскоростных сетей передачи данных и все большему числу пользователей услуг, предоставляемых этими сетями. Классификация услуг, которые могут предоставляться абонентам, представлена на рис.1.1.

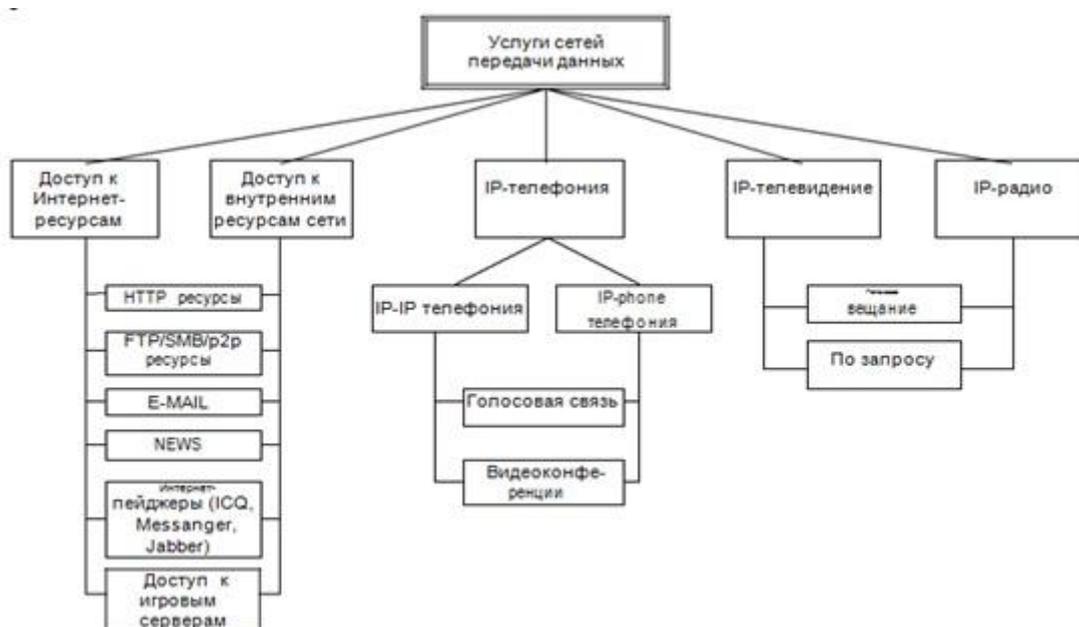


Рисунок 1.1 - Классификация услуг сетей передачи данных

Как видно из рисунка1.1 услуги сетей передачи данных можно разделить на четыре категории: доступ к Интернет ресурсам, доступ к внутренним ресурсам, IP-телефония и IP-телевидение. Различия Интернет-ресурсов и

внутренних заключается в различных скоростных возможностях, а также затрат на организацию информационного обмена. С точки зрения оператора желательно, чтобы максимальный информационный поток (игровые сервера, обмен данными и проч.) находились внутри сети, не затрачивая дорогой канал доступа к сети Интернет. IP-телефония стала уже достаточно популярной. Условно ее можно разделить на телефонию только в рамках сетей передачи данных (IP-IP), а также телефонию, связывающую сеть передачи данных с обычной телефонной сетью (IP-phone) (H323, H225, H245, Q931).

Наименее распространенными и наиболее перспективными услугами являются IP-телевидение и IP-радио. Предоставление этих услуг возможно только в сетях со скоростью передачи данных более 100 Мбит/с. Обе услуги могут быть реализованы как в виде потокового вещания – практически полный аналог существующего телевидения и радио с отличием только в среде и форме передачи сигнала от источника к потребителю, так и в виде телевидения и радио по запросу, когда абоненты запрашивают и просматривают только необходимые им в определенный момент времени фильмы, информационные и развлекательные передачи. Радио- и видеоданные возможно объединить единым термином – мультимедиа данные или *мультимедийный контент*.

В таблице 1.1 представлены сравнительные характеристики требований к мультимедийному вещанию в сетях передачи данных.

Таблица 1.1- Сравнительные характеристики требований к мультимедийному вещанию

Наименование сервиса	Протокол	Средняя емкость ресурса (бит/с)	Назначение	Аппаратные средства	Примечание
Потоковое вещание видео (multicast)	MPEG2	4-6М	Потоковое вещание при использовании специализированного каналобразующего	SkyStar3 (PCI плата)	Телевизионное качество (540x768)
	MPEG4 (UDP, RTP)	2-4М		SkyStar1	
Потоковое вещание аудио	MPEG1 Layer3 (UDP, RTP)	128k			Стереозвук

(multicast)			оборудования		
Потоковое вещание видео (unicast)	MPEG2 MPEG4 (UDP, RTP)	4-6М 2-4М	Потоковое вещание без использование специализированног		Телевизионное качество (540x768)
Потоковое вещание аудио (unicast)	MPEG1 Layer3 (UDP, RTP)	128k	о каналообразующего оборудования		Стереозвук
IP телефония	H.323	6k-64k	Местная телефонная связь, доступ к междугородней и международной телефонной сети	IP-Phone, шлюзы IP телефонии	Интерактивный режим
Видеоконференцсвязь	H.323	64k-256k	Видеотелефония	WEB-камеры	Интерактивный режим

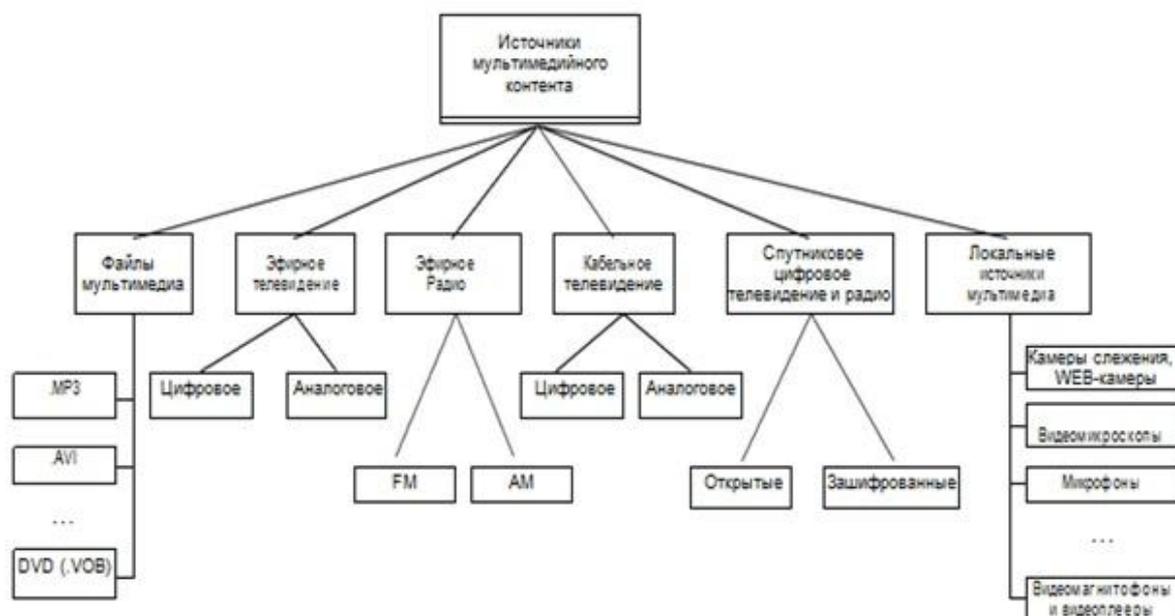


Рисунок 1.2 - Классификация источников мультимедийного контента

Основной задачей для операторов сетей передачи данных, развертывающих системы IP-телевидения и IP-радио (или иначе IP-

мультимедиа), является задача поиска источников самого мультимедийного контента и выявления критериев сравнения этих источников. На рис.1.2. представлена классификация источников мультимедийного контента.

Как видно из этой классификации, в качестве источников мультимедийного контента могут выступать: файлы с мультимедиа информацией на носителях, эфирное телевидение, эфирное радио, кабельное телевидение, спутниковое телевидение, а также различного вида локальные источники мультимедийной (видео и/или аудио) информации. Дальнейшее разделение каждого источника основывается на различиях оборудования распознавания/приема данного вида контента.

Каждый вид источника обладает своими достоинствами и недостатками, поэтому для получения объективной картины необходимо выделить критерии сравнения:

1. Информационная новизна;
2. Стоимость оборудования для получения мультимедийного контента;
3. Сложность преобразования для потокового вещания;
4. Сложность преобразования и классификации для видео-По-запросу;
5. Количество доступных различных источников одного типа.

Критерии будем оценивать с помощью 5-ти бальной шкалы: 1 – наихудшее, 5 – наилучшее состояние.

В таблице 1.2 представлена оценка доступных источников мультимедийного оборудования.

Таблица 1.2 - Оценка источников мультимедийного контента

Критерий	1	2	3	4	5
Источник					
Файлы мультимедиа	1	1	3	1	5
Цифровое эфирное телевидение	4	4	1	5	1
Аналоговое эфирное телевидение	4	2	5	5	4
Эфирное радио (FM,AM)	4	2	4	5	4
Цифровое кабельное телевидение	4	4	1	5	2
Аналоговое кабельное телевидение	4	2	5	5	2

Открытое спутниковое цифровое телевидение и радио	4	3	1	5	4
Зашифрованное спутниковое цифровое телевидение и радио	5	5	3	5	5
Локальные источники мультимедиа	2	3	3	5	3

Как можно увидеть из таблицы у каждого из источников имеются свои достоинства и недостатки, поэтому выбор того или иного источника должен определяться как с учетом вышеозначенных критериев, а также на основе различного рода ограничений (возможностей приобретенного или разработанного программного обеспечения, финансовых, организационных), а также с учетом мнения потенциальных абонентов данной услуги.

1.2 Классификация технологий доставки информации от сервера до клиента

Под технологией доставки информации от сервера до клиента следует понимать многообразие протоколов передачи данных, с помощью которых осуществляется общение сервера вещания и клиента в рамках сети передачи данных. Существует две основные схемы доставки цифровых потоков по IP сетям, обладающих своими достоинствами и недостатками: технология точка-точка (**unicast**), технология точка-многоточка (**multicast**) [6](рис.1.3).

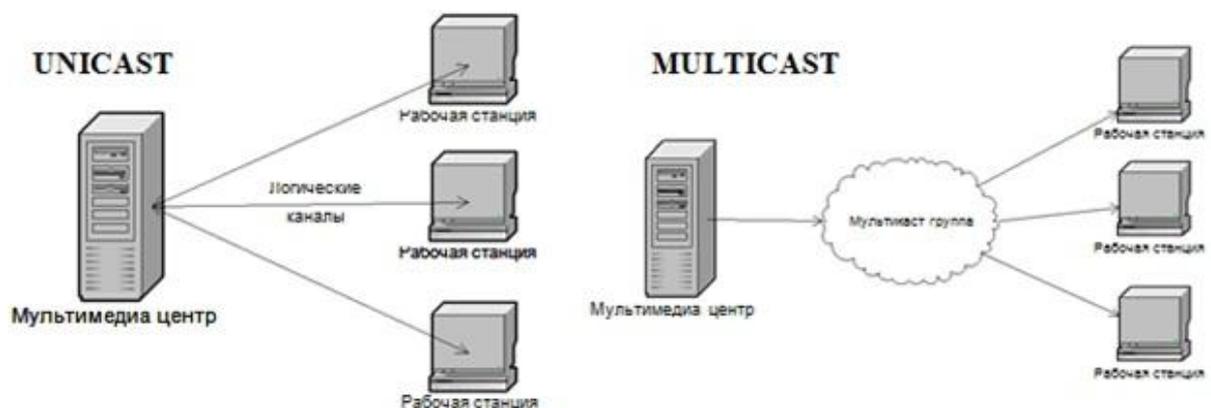


Рисунок 1.3 - Схемы доставки цифрового потока от сервера до клиента

В случае использования **unicast** технологии возможно использование протоколов передачи данных без гарантии доставки: UDP, RTP (Real-TimeTransportProtocol – Протокол передачи реального времени, RFC-2205, -2209, -2210, -1990, -1889,-3989, -3952; "RTP: ATransportProtocolforReal-TimeApplications" H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson). Последний базируется на идеях, предложенных Кларком и Тенненхаузом [18], и предназначен для доставки данных в реальном масштабе времени. При этом определяется тип поля данных, производится нумерация посылок, присвоение временных меток и мониторинг доставки. Приложения обычно используют RTP поверх протокола UDP для того, чтобы использовать его возможности мультиплексирования и контрольного суммирования. Но RTP может использоваться и поверх любой другой сетевой транспортной среды. Однако сам по себе RTP не обеспечивает своевременной доставки и не предоставляет каких-либо гарантий уровня сервиса. Этот протокол не может гарантировать также корректного порядка доставки данных. Правильный порядок выкладки информации может быть обеспечен принимающей стороной с помощью порядковых номеров пакетов. Такая возможность крайне важна практически всегда, но особое внимание этому уделяется при восстановлении передаваемого изображения.

Кроме того, при использовании **unicast** возможно применение и протоколов с гарантией передачи данных: TCP, HTTP. В этом случае будет несколько увеличен информационный поток, но зато гарантируется качество принимаемого мультимедийного контента в условиях ненадежного канала передачи данных. Под ненадежностью канала, в данном случае, должно пониматься кратковременный отказ передачи (различного рода коллизии в сети), сбой в передаче (неправильный порядок IP пакетов принятых клиентским ПО из за различного времени доставки) и прочее. Однако же информационная емкость самого канала должна быть достаточна как для передачи

мультимедийного контента, так и для передачи служебной информации и повторных частей мультимедийного контента.

При использовании **multicast** технологии возможно применение следующих протоколов без гарантии доставки: UDP, RTP. Как уже отмечалось выше RTP обеспечивает некоторый контроль за информационным потоком, но не может полностью гарантировать доставку данных до клиента. Однако же использование **multicast** технологии с UDP или RTP протоколом совместно с качественным каналобразующим оборудованием, с поддержкой IGMP маршрутизации (RFC-1112, RFC-2236), позволяет достичь максимальной эффективности сервера мультимедийного вещания – аппаратные и программные затраты сервера вещания идут только на получение мультимедийного контента и передачу его в сеть, а доставку до конкретного абонента и гарантию этой доставки будет обеспечивать каналобразующее оборудование.

Кроме того, существует возможность передачи **multicast** трафика по **unicast** сети с помощью так называемой технологии **MBONE** [12]. MBONE - это виртуальная сеть, базирующаяся на multicast-протоколах, которые были одобрены IETF (TheInternetEngineeringTaskForce) летом 1992 года. В основу легли разработки, выполненные в компании Ксерокс. Данный режим работы поддерживается не всеми маршрутизаторами. Сеть представляет собой систему Ethernet-сетей, объединенных друг с другом соединениями точка-точка, которые называются "туннелями" (DVMRP Tunnel) (рис.1.4).

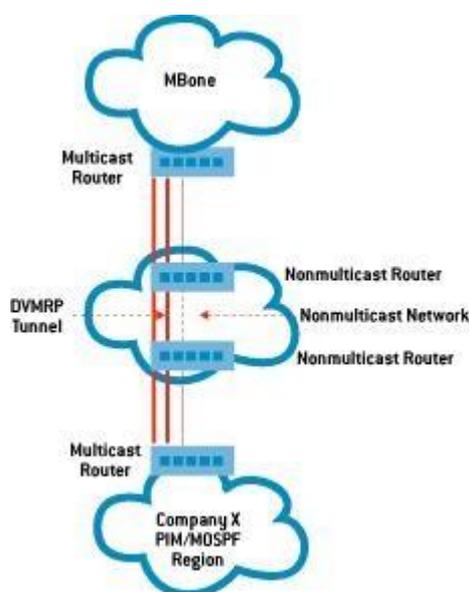


Рисунок 1.4 - Структура MBONE сети

Конечными точками таких туннелей обычно являются машины класса рабочих станций, снабженные соответствующим программным обеспечением (Multicastrouter). Впервые multicast-туннель был реализован в Стэнфордском университете в 1988 году. IP-multicast-пакеты инкапсулируются при передаче через туннели так, что они выглядят как обычные IP-unicast-пакеты. Таким образом возможно объединение нескольких multicast сетей с помощью высокоскоростных каналов передачи данных, не поддерживающих технологию multicast.

Таблица 1.3 - Оценка параметров unicast и multicast

unicast	multicast
<i>Особенности</i>	
Непосредственная передача данных от сервера клиенту с установлением или без установления соединения. Причем в отправляемых IP пакетах явно указывается IP адрес сервера и IP адрес клиента.	Опосредованная передача данных от сервера клиенту, осуществляемая с помощью входа сервера и клиентов в т.н. multicast группы [15]. В IP пакетах, отправляемых сервером содержится IP адрес самого сервера и адрес multicast группы, для которой предназначен пакет. Каналообразующее оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы) производят отслеживание подключения и отключения клиентов к/из multicast групп и соответственно направляют или не направляют соответствующий IP пакет в сегмент клиента
<i>Используемые протоколы</i>	
передачи: TCP, UDP, RTP, HTTP маршрутизации: RIP, BGP, OSPF	UDP, RTP IGMP
<i>Каналообразующее оборудование, поддерживающее передачу по схемам</i>	
Все оборудование, поддерживающее	Маршрутизаторы, поддерживающие протокол

передачу данных по протоколу IP	маршрутизации IGMP Коммутаторы с поддержкой IGMP Snooping Прочие коммутаторы и концентраторы с передачей multicast пакетов в широковещательном режиме
---------------------------------	--

При решении вопроса относительно схемы предоставления мультимедийных услуг необходимо учитывать сложившуюся обстановку внутри IP сети (существующее оборудование, возможности по его модернизации), количество пользователей сети, количество потенциальных абонентов услуги.

Принципиально может сложиться две ситуации – мультимедийные услуги должны быть приложением и простым расширением функциональности базовой IP сети (сети предприятий, офисов) и мультимедийные услуги как отдельный вид предоставляемых услуг внутри сети (за определенную плату). Основное различие этих ситуаций – отсутствие и наличие необходимости организации системы разделения доступа к мультимедиа услугам.

В случае **unicast** технологии организация разделения доступа реализуется достаточно просто стандартными методами. В частности может быть организован доступ к серверу мультимедиа контента с использованием паролей доступа.

В случае применения **multicast** технологии организация защиты от несанкционированного доступа достаточно сложна. Это должно быть либо чисто аппаратное решение, когда каналобразующему оборудованию указываются абоненты, которым разрешен доступ к услуге, либо это должно быть шифрование мультимедийного потока на стороне сервера и его дешифрация с помощью санкционировано раздаваемых ключей на стороне клиента.

Параллельно решению вопроса о технологии доставки мультимедийных данных от сервера до клиента, необходимо решить вопрос о собственно формате представления этих мультимедийных данных, о необходимости или

отсутствии необходимости их преобразования из исходного формата получаемого контента.

1.3 Классификация и анализ форматов представления мультимедийного контента

Как уже отмечалось в п.1.1 настоящей записки, существует множество источников мультимедийного контента. В этом многообразии источников практически каждому типу ставится в соответствие один или несколько различных форматов представления данных. Особое разнообразие наблюдается в аналоговом мире – различия как в методах передачи-приема радиосигнала, так и в структуре самого изображения. Большей однообразности удалось добиться путем стандартизации в цифровой среде. Классификация форматов представления передачи мультимедийного (телевизионного) контента представлена на рис.1.5.

Стандарты аналогового телевизионного вещания начали появляться с момента появления собственно телевидения. Исторически первым стандартом телевизионного вещания, принятым в 1953 году в США, оказался NTSC. Однако в части европейских стран получил распространение другой стандарт – PAL разработанный позднее в ФРГ в 1961 году, в котором были учтены некоторые недостатки NTSC. Однако же из экономических и финансовых соображений во Франции, а позднее в СССР на вооружение был принят другой стандарт – SECAM.

С развитием информационных технологий начали делаться попытки по созданию цифрового стандарта телевидения. Достоинством самой идеи цифрового телевидения является качество изображения и звука, которое может быть задано самим контент-провайдером. Также немаловажным является возможность существенного увеличения количества каналов при использовании той же самой полосы частот, как и при аналоговом способе

вещания. Как и в случае аналоговых стандартов, исходя из геополитических и экономических предпосылок, на свет появился ряд стандартов цифрового телевидения – ATSC в США, ISDB в Японии и DVB в Европе. В основе всех данных стандартов лежит MPEG2 – формат представления мультимедийных данных.

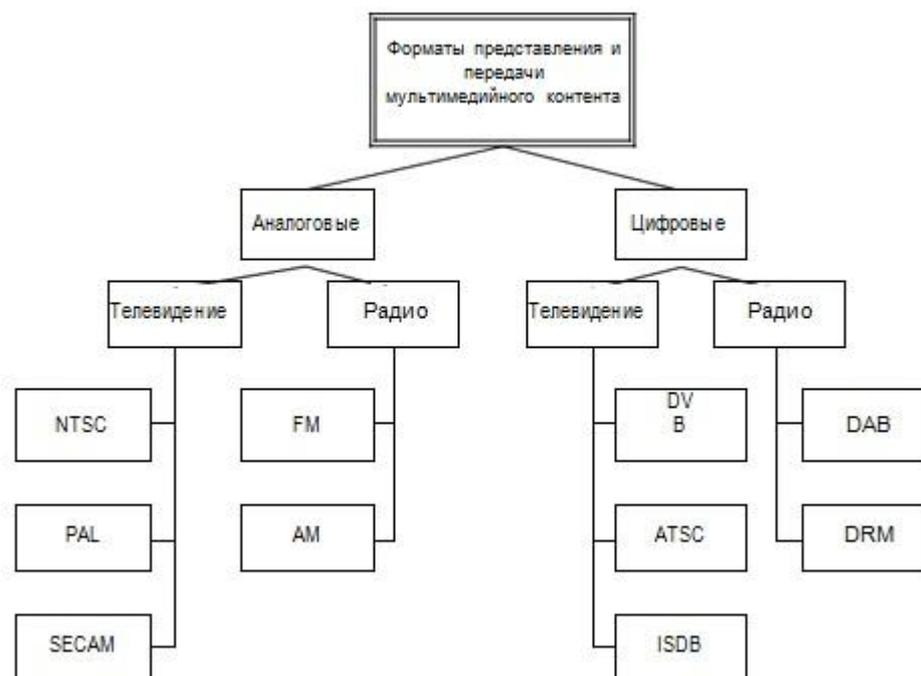


Рисунок 1.5 - Классификация форматов представления мультимедиа данных

1.3.1 Система цветного телевидения NTSC

Система цветного телевидения NTSC была разработана в 1953 году в США Национальным комитетом по телевизионным стандартам (National Television Standards Committee). NTSC принята в качестве стандартной системы ЦТВ также в Канаде, Японии и ряде стран американского континента. В качестве сигналов для передачи цветовой информации в системе NTSC приняты цветоразностные сигналы. Передача этих сигналов осуществляется в спектре сигнала яркости на одной цветовой поднесущей.

Кроме эксплуатационных недостатков, связанных со сложным принципом передачи и разделения сигналов цветности — квадратурной

модуляцией и синхронным детектированием, необходимо указать на большую подверженность системы NTSC искажениям типа «дифференциальная фаза» и «дифференциальное усиление». Первое приводит к искажениям цветового тона, который изменяется в зависимости от мгновенного значения сигнала яркости. Второе из-за нелинейности амплитудных характеристик приводит к искажениям насыщенности.

Помимо так называемого «базового» NTSC M (525 строк/30 кадр./сек./частота поднесущей цвета 3,58 МГц), существуют еще три варианта этой системы.

Первый называется NTSC 4,43 и используется в мультистандартных VHS-видеомагнитофонах. Временные параметры видеосигнала такие же, как в базовом NTSC M. Разница в том, что цветовое кодирование и декодирование производится в «PAL-формате», т.е. частота цветовой поднесущей такая же, как в PAL (4,43 МГц). О втором, NTSC-J, в России практически никто не слышал. Этот вариант используется в Японии (Japan). Отличается от базового NTSC M отсутствием подпорки гасящих интервалов в активной части строки. Соответственно амплитуда его составляет 0,714 В вместо принятого в NTSC 1В (впрочем как в PAL и SECAM). Третий, названный «noninterlaced NTSC».

Достоинства и недостатки стандарта NTSC по сравнению с другими представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Достоинства и недостатки NTSC

Преимущества	Недостатки
<p>Более высокая (по сравнению с PAL и SECAM) частота кадров — использование частоты кадров 30 Гц (в действительности 29,97 Гц) приводит к уменьшению заметности мерцания изображения.</p>	<p>Меньшее число строк развертки - сниженная вертикальная четкость, более заметна строчная структура на экранах с большой диагональю.</p>
<p>Высокая точность редактирования цвета - возможно редактировать любые 4 поля без оказания влияния на цвет.</p> <p>Менее заметные шумы на изображении, достижение лучшего соотношения сигнал/шум, чем в PAL/625.</p>	<p>Более выраженные муар, точечная интерференция и перекрестные искажения - это происходит из-за большей вероятности взаимодействия с монохромным сигналом изображения на более низкой частоте поднесущей.</p> <p>Изменение оттенка - вариации фазы цветовой поднесущей вызывают сдвиги в отображении цветов, заставляя оснащать приемники регулировкой оттенка (Tint). Многие NTSC-телевизоры имеют цепи автоматической регулировки оттенка. Но уменьшая его флуктуации, они приводят все цвета, слагающие телесный цвет, к некому стандартному значению. При этом некоторая часть цветового диапазона не может быть правильно отображена. Топовые модели, как правило, имеют возможность отключения этих цепей, более дешевые - нет.</p> <p>Более низкая по отношению к PAL контрастность — значение гамма-коррекции составляет 2,2, в то время как в PAL/625 оно равно 2,8.</p>

1.3.2 Система цветного телевидения PAL

Эта система (PhaseAlternationLine — строка с переменной фазой), разработанная в ФРГ, в своей основе содержит все идеи американской NTSC. Особенность PAL заключается в оригинальном способе устранения фазовых искажений, присущих системе NTSC.

В системе PAL фаза поднесущей одного цветоразностного сигнала от строки к строке меняется на 180 градусов. Кроме того, в приемнике используется линия задержки на время одной строки (64 мкс). Т.е. имеются два сигнала цветности с относительной задержкой на одну строку. Изменение фазы от строки к строке на 180° приводит к тому, что фазовые ошибки, одинаковые по величине, имеют разные знаки. Сложение напряжения на входе линии задержки с перевернутым напряжением на ее выходе устраняет ошибку (сбой) фазы.

При очевидных достоинствах главным недостатком системы PAL является существенное усложнение ТВ-приемника за счет введения в его схему дополнительных узлов для задержки сигнала цветности на время одной строки и периодического изменения фазы цветоразностного сигнала. Следует также отметить, что искажения типа «дифференциальное усиление» в PAL не компенсируются.

Достоинства и недостатки стандарта PAL по сравнению с другими представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Достоинства и недостатки PAL

Преимущества	Недостатки
<p>Более детальная картинка — большее число строк развертки, а также более широкая полоса сигнала яркости.</p> <p>Устойчивость оттенков — благодаря инверсии фазы поднесущей на каждой последующей строке, любое фазовое искажение будет подавлено.</p> <p>Более высокий уровень контраста — значение гамма-коррекции 2,8 против 2,2 в NTSC/525.</p>	<p>Более заметное мерцание по сравнению с NTSC - более низкая частота кадров (25 кадров/сек.)</p> <p>Более заметны шумы — требование более высокой частоты поднесущей приводит к ухудшению отношения сигнал/шум в PAL/625 по сравнению с NTSC/525.</p> <p>Потеря точности редактирования цвета — из-за чередования фазы цветового сигнала редактирование может быть осуществлено с точностью ±4 кадра (8 полей).</p> <p>Снижение цветовой насыщенности при неизменном оттенке — точность цветов достигается посредством потери информации о разности фаз сигналов оттенка и насыщенности.</p>

1.3.3 Система цветного телевидения SECAM

В 1958 г. французский инженер Анри де Франс изобрел новую систему, названную SECAM (SEquentialCouleurAvecMemoire), в которой отсутствовал основной недостаток NTSC — искажения цветового тона, вызываемые нелинейностью частотных, фазовых и амплитудных характеристик узлов телевизионного тракта. В SECAM информация о цветовом тоне не определяется фазовыми соотношениями сигналов цветности. В первых вариантах (система «Анри де Франс») информация о цветовом тоне передавалась амплитудной модуляцией поднесущей. В более усовершенствованной системе SECAM цветовая информация передается с помощью частотной модуляции поднесущей цвета.

Цветоразностные сигналы в SECAM передаются поочередно: в течение одной строки — сигнал R–Y, в течение следующей — B–Y и т. д. Цветовая информация как для R–Y, так и для B–Y «снимается» через строку. При этом предполагается, что в пропущенных строках цветовая информация идентична соседним. Иными словами, для сигналов цветности полный кадр содержит вдвое меньшее количество строк, что приводит к соответствующему увеличению размеров окрашенных мелких деталей по вертикали. Визуальная четкость по вертикали при этом не снизится, т.к. более мелкие детали передаются сигналом яркости Y с полным числом строк развертки.

Таким образом, при поочередной (через строку) передаче сигналов цветности в приемнике в результате использования элемента памяти (линии задержки) образуются три исходных сигнала цветности. Поэтому рассматриваемую систему часто называют последовательно-одновременной (или по-французски *Sequential a memoire* — последовательная с памятью).

Одной из причин принятия на «вооружение» SECAM во Франции была защита внутреннего рынка от «вторжения» чуждой NTSC. Хотя новизна решений и явные преимущества при создании системы также были учтены. И в СССР эта система была принята не в последнюю очередь по политическим

соображениям — лишь бы не американская NTSC и немецкий PAL. Естественно, и страны Варшавского договора «добровольно» приняли SECAM (пожалуй, только ГДР удалось отстоять «свой» стандарт звука — 5,5 МГц вместо советских 6,5). В 1966 году политическая «особенность» SECAM всплыла наружу, когда советское правительство использовало соглашение с Францией (о распространении на территории СССР только системы SECAM) как предлог, чтобы запретить американской вещательной корпорации NBC запись на видеоленту показательных выступлений в Москве. В последнюю минуту правительство СССР потребовало прекратить NTSC-запись, объяснив, что иначе нарушит соглашение.

Достоинства и недостатки стандарта SECAM по сравнению с другими представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Достоинства и недостатки SECAM

Преимущества	Недостатки
<p>Устойчивость оттенка и постоянство насыщенности.</p> <p>Большее вертикальное разрешение — в SECAM используется более высокое число строк развертки, чем в NTSC/525.</p>	<p>Более заметно мерцание по сравнению с NTSC</p> <p>Невозможно смешивание двух синхронных сигналов цвета SECAM - большинство ТВ-студий в SECAM-странах работают в PAL и переводят передачи в SECAM лишь для вещания. Кроме того, продвинутое домашнее оборудование S-VHS, Hi8 записывает в PAL и только при проигрывании транскодирует в SECAM.</p> <p>Регулярные шумовые структуры на изображении (сеточка и др.) — частотная модуляция приводит к появлению регулярных шумовых структур даже на нецветных объектах.</p> <p>Сниженное качество монохромного сигнала — т.к. одна из цветовых поднесущих имеет частоту 4,25 МГц, полоса меньшей ширины может быть использована для монохромного сигнала.</p>

1.3.4 Система цифрового телевидения DVB

DVB (DigitalVideoBroadcastingProject, DVB-C, DVB-DSNG, DVB-H, DVB-MC, DVB-MS, DVB-MT, DVB-P, DVB-S, DVB-S2, DVB-SFN, DVB-SMATV, DVB-T, DVB-MHP, DVB-M) - организация, которая разрабатывает технологии для цифрового телевидения. [22] В Европе наиболее широко используются следующие протоколы передачи, разработанные DVB: DVB-C (для кабельных сетей EN 300 429), DVB-S (для спутникового вещания EN 300 421, TR 101 198), DVB-T (для наземного эфирного вещания EN 300 744, TR 101 190).

DVB разрабатывает не только протоколы передачи, но и стандарты для интерактивных приложений, таких как приставки цифрового телевидения (set-topboxes) и т.п. Другие DVB-протоколы включают MHP (multimediahomeplatform, сокращенно DVB-MHP: TS 101 812, TS 102 812, TS 102 819), DVB-M (стандарт измерений сигналов DVB-S/T/C; TR 101 290, TR 101 291), DVB-H ("обновление" стандарта DVB-T, которое позволяет доставлять цифровой поток в мобильные устройства по наземным эфирным сетям, EN 302 304).

1.3.5 Система цифрового телевидения ATSC и ISDB

ATSC (TheAdvancedTelevisionSystemsCommittee, ATSC Standard A/53C withAmendmentNo. 1 andCorrigendumNo. 1) - организация, разрабатывающая и утверждающая стандарты для передовых телевизионных систем, в том числе и HDTV. Наиболее широко стандарты ATSC распространены в США и Канаде [34].

ISDB (IntegratedServicesDigitalBroadcasting, ISDB-T) - стандарт цифрового телевидения, разработанный в Японии. Он интегрирует в себя различные виды цифрового контента. Это может быть HDTV, STDV, звук, графика, текст и т.д.

1.3.6 Система цифрового телевидения DAB

Европейские фирмы в 1987 году основали консорциум Eureka-147 с целью разработки принципиально новой системы цифрового радиовещания DAB (DigitalAudioBroadcasting) [36]. Участниками этого проекта являются около 50 фирм и организаций из Великобритании, Германии, Франции, Голландии, Италии, Швеции, Швейцарии, Норвегии, Финляндии, Японии, Канады, США и ряда других стран. В участники проекта от России, по представлению институтов - лидеров проекта - ИРТ (Германия) и ССЕТТ (Франция), был в 1995 г. принят ИППА им. А.С.Попова.

В 1992 году на основе всемирного соглашения для DAB были выделены L- и S-диапазоны. Первые приемники, в основном для измерительных целей, были созданы в 1988 году. С 1990 года ряд членов проекта Эврика-147 приняли участие в проекте JESSI, в рамках которого была разработана первая интегральная микросхема для коммерческих DAB-приемников. Первый DAB-приемник потребительского типа был представлен на выставке в 1995 году в Берлине. Миниатюризация приемников продолжается, в настоящее время их серийным выпуском занимаются фирмы Grundig, Philips и др. В европейских странах эксплуатируется уже несколько десятков тысяч приемников.

- Для решения проблемы вещания необходимо решение множества организационных проблем, в первую очередь - выделение отдельного диапазона частот. Европейский опыт показал, что использование диапазона 88-108 мГц совместно с существующими ЧМ-станциями нецелесообразно. В конце 1999 г. коллегия Минсвязи РФ наметила трехэтапную стратегию перехода на цифровое радиовещание, рассчитанную на 10-15 лет:
- 2001-2002 гг. Опытное вещание в Москве и Петербурге 6 государственных станций: "Радио России", "Маяк", "Маяк-FM",

"Юность", "Орфей" и одной местной. Возможна передача пейджинговой или мультимедийной информации.

- 2002-2003 гг. Расширение опытного вещания на Московскую и Ленинградскую области, появление 6 коммерческих станций.
- 2003-2010 гг. Полный охват территории РФ, в дальнейшем - сокращение количества аналоговых УКВ станций. В качестве формата представления мультимедиа данных используется MPEG-1 или MPEG-2.

1.3.7 Система цифрового телевидения DRM

DRM (DigitalRadioMondiale) в отличие от стандарта DAB, использующего MPEG-2, в DRM применяется более современный вариант компрессии MPEG-4 [19]. Он включает адаптивный механизм компрессии сигнала AAC (AdvancedAudioCoding) в моно и стереовариантах, а также CELP (Code-excitedLinearPrediction) для высококачественного кодирования речи и шумоподобных сигналов. В MPEG-4 долговременное предсказание проводится не во временной, а в спектральной плоскости. Кодер делает предсказание, а затем кодирует либо разницу между реальным и предсказанным сигналом, либо сам входной сигнал, если его значение можно закодировать более компактно, чем разницу. Кроме того, кодер поддерживает несколько новых механизмов, связанных со способностью потока адаптироваться к изменениям параметров канала. Любой из вариантов может дополняться техникой SBR (SpectralBandReplicatoin), предназначенной для повышения качества передачи верхних частот. При передаче на частотах ниже 30 МГц все форматы, кроме стереофонического, используют полосу 9/10 МГц. Использование техники SBR требует более широкой полосы.

Помимо аудиосигналов, в цифровом потоке могут передаваться данные. Мультиплексированный поток аудио- и данных формируют основной сервисный канал MainServiceChannel (MSC). В MSC передается до 4 потоков,

каждый из которых переносит или аудио или данные. Информация канала MSC разбивается на логические кадры по 400 мс каждый. Дополнительно к MSC формируются еще два дополнительных канала. Основной и сервисные каналы определенным образом мультиплексируются, в результате чего образуются транспортные суперкадры длительностью 1200 мс.

Первый дополнительный канал, FastAccessChannel - FAC (канал скоростного доступа), переносит данные о параметрах радиочастотного сигнала и информацию, позволяющую выделять отдельные услуги. К параметрам сигнала относятся идентификатор потока, ширина занимаемой полосы, тип модуляции, тип кодирования, индекс глубины перемежения, количество передаваемых услуг. Эти параметры передаются в каждом FAC кадре. К параметрам, характеризующим услуги, относится указание типа сервиса (аудио/данные), флаг условного доступа, указатель языка и некоторые другие. Они передаются последовательно - в одном кадре параметры, относящиеся к одному сервису.

Второй дополнительный канал, ServiceDescriptionChannel - SDC (канал описания услуг), содержит информацию, относящуюся к условному доступу, программу передач, информацию об авторских правах, вспомогательную информацию для некоторых приложений, а также ссылки на альтернативные частоты, на которых передается тот же канал. Информация SDC размещается в начале каждого суперкадра и начинается с ссылок на альтернативные частоты. Это позволяет автоматически выбрать канал, принимаемый в данный момент наилучшим образом.

В DRM, как и в DAB, применяется система модуляции COFDM. Эта система весьма эффективна для передачи сигналов по радиоканалу с многолучевым распространением радиоволн и селективным замиранием сигнала, характерным для коротких волн. Для компенсации помех многолучевого распространения используется защитный интервал. Он не должен превышать 20% от общей длительности символа, чтобы не снизить пропускную способность канала. Количество несущих, размещаемых в полосе

частот канала, ограничивается Доплеровским смещением частоты сигнала, возникающим в режиме мобильного приема. С учетом этих факторов в полосе 9/10 кГц используется около 200 несущих. Их точное количество, равно как и длительность символа и защитного интервала, зависит от характера распространения радиоволн (поверхностные или пространственные), предположительной дальности передачи и требуемой достоверности.

1.3.8 Анализ и выбор формата

Наиболее подходящей формой мультимедийного контента, с одной стороны, является формат MPEG-2, поскольку является де факто стандартом передачи цифрового телевидения (DVB, ATSC, ISDB) и радиовещания (DAB), и, кроме того, для его распространения по цифровым сетям нет необходимости в создании каких либо программных или аппаратных средств по кодированию мультимедийных данных в цифровое представление, либо необходимо только оборудование дешифрации зашифрованных каналов. С другой стороны, формат MPEG2 для передачи телевизионных передач является достаточно каналоемким - вещание одного канала требует от 4 до 10 мегабит/с пропускной способности канала [6,38], что ограничивает применение MPEG-2 в IP сетях. В случае вещания радиопрограмм с требованиями к каналу 128-192 кбит/с подходит и MPEG-2, и MPEG-1 (Layer 3). Таким образом к достоинствам представления мультимедийного контента в виде MPEG-2 можно отнести:

- простоту и низкую стоимость оборудования получения мультимедийного контента;
- наличие источников мультимедийного контента, использующих формат MPEG-2 для распространения контента от студии до зрителей;
- высокое качество (студийное) видеоизображения и звука

Недостатки: высокая каналоемкость (4-10 мегабит/с).

Устранение недостатка MPEG-2 может быть достигнуто за счет транскодирования (декодирования исходного формата и затем последующего кодирования в другой формат) в другой формат представления. В частности может быть использован или другой профиль MPEG-2 (для уменьшения каналоёмкости при снижении качества исходного видеоизображения), или использован более перспективный формат MPEG-4, позволяющий при том же качестве изображения и звука получать менее каналоёмкие цифровые потоки. Учитывая допустимый уровень искажения изображения при просмотре мультимедийного контента абонентами (просмотр телевизионных каналов параллельно основной работе, в небольшом окне, редкие включения полноэкранного режима) возможно получить цифровые потоки менее 1 мегабита на канал или на абонента в зависимости от применяемой технологии [6]. С другой стороны существенно изменяются требования к аппаратной или программно-аппаратной части в плане необходимости организации декодирования исходного MPEG-2 потока и кодирования его с заданными параметрами в MPEG-4 в реальном масштабе времени.

В качестве модификации представленной схемы может выступать схема кодирования в MPEG4 не цифрового потока, а аналогового сигнала получаемого или от внешних источников (спутниковые ресиверы, видеомагнитофоны и проч.), так и из внутренних источников (тюнеры, микросхемы декодирования NTSC/PAL/SECAM сигнала [10]). В данном случае исключаются схемы декодирования MPEG-2, либо подсистема декодирования выделяется от сервера мультимедийного вещания в отдельное(-ные) устройство(-а), но это «компенсируется» необходимостью получения и декодирования аналогового сигнала, причем происходит существенное ухудшение качества исходного видеоизображения и звука, однако же доступность оборудования и его сравнительно низкая стоимость делает данный вариант наиболее перспективным.

Таким образом, достоинством MPEG4 является низкая каналоёмкость (менее 1 мегабита), а недостатком – высокие требования к программно-

аппаратной части (дорогое оборудование, сложный комплекс программного обеспечения).

Таблица 1.7 - Сравнительные характеристики форматов представления мультимедийного контента

	ТВ						Радио	
	NTSC	PAL	SECAM	DVB	ATSC	ISDB	DAB	DRM
Тип	аналог.	аналог.	аналог.	цифр.	цифр.	цифр.	цифр.	цифр.
Формат	-	-	-	MPEG2	MPEG2	MPEG2	MPEG2	MPEG4
Частота кадров	30	25	25	-	-	-	-	-
Разрешение	525 строк	625 строк	625 строк	768x576 и другое	1920x1080 и другое	1920x1080 и другое	-	-
Использ. в России	нет	да, на студиях	да, эфирное телевидение	да, спутниковое телевидение	нет	нет	да, опытное вещание	нет

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что однозначного вывода о том, какой формат представления более предпочтительный нельзя. Необходимо дополнительно произвести исследования возможностей сети передачи данных, требований потенциальных абонентов. Немаловажно также оценить количество абонентов, поскольку существует ряд различных противоречий между количеством абонентов, качеством мультимедийного контента, защищенностью IP-вещания от несанкционированного доступа и проч.

1.4 Сущность технологии спутникового ТВ

Индивидуальный прием мировых телеканалов с помощью спутниковой "тарелки" стал почти таким же обыденным делом, как и просмотр "обычного" эфирного телевидения. Но в отличие от него возможности спутникового

телевидения практически безграничны. Жители сельской местности, больших и малых городов России, не говоря уж о Москве, имеют возможность смотреть те же программы, что и телезрители Лондона, Амстердама, Рима, Парижа, получая дополнительное удовольствие от идеального качества изображения и звука. Требуется для этого оборудование разумных размеров (спутниковая антенна - "тарелка"), приобретенное за довольно скромную цену.

Спутниковое телевидение - это уникальная возможность получения практически любого известного существующего телеканала с сохранением идеального качества изображения и звука. Никаких посреднических передающих станций, которые искажают сигнал и, как следствие, снижают качество картинки на телевизоре. Непосредственно спутниковая система будет первозданным и единственным приёмником телеканала со спутника.

Система спутниковых технологий в углубленном рассмотрении очень сложна и непрофессионалу будет не совсем понятна. Поэтому, представим спутниковую систему с позиции человека, желающего видеть телеканалы в идеальном качестве при помощи этой системы.



Рисунок 1.6 - Основные элементы системы спутникового телевидения

Все телекоммуникационные спутники располагаются на геостационарной орбите вдоль Экватора, поэтому при определении позиции расположения того или иного спутника связи, рассматриваются только координаты его долготы, ибо широта у них у всех одна. Долгота указывается в градусах с указанием того, восточная она, или западная.

Языковое сопровождение и тематика каналов многообразны: мировые политические и бизнес-новости, спорт, современное художественное и

документальное кино, классика мирового кинематографа, мультфильмы, путешествия, классическая и популярная музыка, сериалы, ток-шоу, ночные программы для взрослых. Кроме того, спутниковое телевидение дает возможность познакомиться с "настоящим" западным телевидением, не просто смотреть фильмы, новости и развлекательные программы, но и расширить свой взгляд на мир, сравнив "наше" и "не наше". Так что же такое - спутниковое телевидение и как оно устроено?

Рассказ о нем придется начать почти "от динозавров". еще в 1945 году известный ученый и фантаст Артур Кларк писал, что искусственный спутник, размещенный на круговой экваториальной орбите, на высоте 36 тыс. км над землей будет иметь период обращения вокруг земли 24 часа, то есть останется неподвижным для наблюдателя, как бы зависнет в одной точке неба. Такая орбита получила название "геостационарная".

Ныне большинство спутников, применяемых для ретрансляции ТВ-сигнала, являются именно геостационарными. Они находятся в специально определенных международными соглашениями орбитальных позициях, которые обозначаются градусами долготы того меридиана, над которым данная позиция находится. Например, спутник (вернее, несколько спутников группировки) HotBird находится в позиции 13 град восточной долготы.

Примечание. Ныне на геостационарной орбите существует несколько десятков спутниковых позиций, самих же спутников, естественно, больше. Бывает, что на одной позиции на расстоянии около 100 км друг от друга в космосе находятся 5-6 спутников. В таком случае позиция называется группировкой спутников.

На каждом из них размещено несколько передающих антенн, охватывающих своими лучами различные географические зоны на поверхности Земли. Обычно название зоны определяется странами, расположенными в регионах, на которые ведется вещание того или иного спутника. Например, западноевропейский луч охватывает страны Западной Европы, ближневосточный луч - азиатские страны Ближнего Востока и т. д.

Установленные на спутниках передатчики арендуют телевизионные компании многих стран, осуществляя с их помощью глобальную трансляцию своих программ.

Основное оборудование спутника - приемно-передающий ретранслятор. Он принимает сигнал, передаваемый с наземных станций, усиливает его и посылает обратно на Землю (рис. 1.6).

Первоначально спутниковое телевидение, так же как и эфирное, было аналоговым. (Знаменитое НТВ+ тоже начинало как аналоговая система спутникового телевидения.) Аналоговый сигнал, многие годы используемый в телевидении, снимается с телевизионной камеры, где он формируется на светочувствительной матрице, становясь электрическим аналогом изображения. В процессе формирования и записи телевизионных программ, а также при передаче их по линиям связи (в том числе и спутниковым) методами и средствами аналогового телевидения сигнал подвергается искажениям. С увеличением числа этапов обработки, передачи и приема искажения накапливаются и качество изображения, естественно, падает. Дальнейшее же развитие аналоговых методов обработки и передачи сигнала уже не могло обеспечить сколь-нибудь серьезного улучшения качества телевизионного сигнала. Между тем требования к качеству "картинки" постоянно росли и стимулировали поиск новых эффективных методов создания, записи и передачи сигналов телевизионных программ. Ответом на этот запрос стал цифровой метод обработки и передачи сигнала.

Сущность цифрового метода заключается в том, что на одном из начальных этапов обработки аналоговый сигнал преобразуется в цифровой поток - последовательность нулей и единиц. Алгоритмы его преобразования таковы, что при искажении или даже потере части цифрового потока на приемной стороне существует возможность восстановить исходную форму сигнала.

Преимущества этого метода для спутникового телевидения многообразны. Прежде всего, существенно повышается качество передачи

телевизионного изображения и сопровождающего его звука. Появляется возможность передачи стереофонического звукового сопровождения на нескольких языках и с субтитрами. Многократно увеличивается количество телевизионных каналов, транслируемых через один спутник. Кроме того, помимо основного сигнала телевизионного изображения и звука становится возможным транслировать дополнительную информацию, например программу передач на неделю вперед.

Рассмотрим теперь, что нужно для приема программ с того или иного спутника. Передача сигналов со спутника происходит в виде микроволнового электромагнитного излучения, частота которого намного выше, чем в сигналах обычного эфирного телевидения в диапазоне МВ/ДМВ (50-250 МГц / 470-850 МГц). Это излучение по всей трассе "спутник - земля" подвергается сильному ослаблению из-за водяных паров атмосферы и других препятствий. На месте приема, чтобы уловить такой ослабленный сигнал, устанавливается антенна с большим коэффициентом усиления. Внешне она представляет собой параболический отражатель (зеркало), который собирает сигнал в фокусе, где установлен конвертор, усиливающий и преобразующий частоту сигнала в приемлемую для передачи далее по кабелю в приемник (спутниковый ресивер). Назначение ресивера - выбор канала для просмотра и преобразования поступившего сигнала в форму, приемлемую для подачи на вход домашнего телевизора.

Таким образом, комплект аппаратуры для приема программ с любого спутника состоит минимум из трех главных элементов: антенны, конвертора и ресивера.

Основными и наиболее используемыми являются антенны с зеркалом в виде параболоида вращения. Они делятся на два основных класса: прямофокусные и офсетные. Примером прямофокусных антенн могут служить всем известные гигантские антенны астрофизических радиотелескопов. В самом центре такой антенны, на ее оси в фокусе, находится конвертор, который вместе с крепежными приспособлениями слегка затеняет полезную

поверхность зеркала антенны. Правда, с увеличением общей площади антенны этот эффект становится менее значительным. За счет того, что ось прямофокусной антенны всегда нацелена на спутник, она как бы "смотрит в небо".

Офсетная антенна отличается от прямофокусной тем, что "смотрит вниз": ее фокус находится не на оси антенны, а внизу. Поэтому конвертор не затеняет полезную площадь зеркала. К преимуществам офсетной антенны относится и то, что крепится она почти вертикально. Это исключает скопление в ее "чаше" атмосферных осадков, которые способны очень серьезно влиять на качество приема. В зависимости от географической широты угол наклона офсетной антенны немного меняется.

Изготавливают спутниковые антенны из алюминия или стали. Уровень принимаемого сигнала, а следовательно, и качество и количество каналов зависят от диаметра "тарелки". Так, для нормального просмотра НТВ+ в Москве достаточно диаметра 60 см, для приема каналов со спутника HotBird - 90 см. Тот же диаметр годится и для спутника Sirius, но лишь в хорошую погоду. При ухудшении метеоусловий для уверенного приема с Sirius`а требуемый диаметр возрастает до 1,2 м. А для хорошего приема всех каналов со спутника Astra требуется установить антенну диаметром 1,8 м.

В комплект любой спутниковой антенны кроме параболического отражателя (зеркала) входит система подвески и крепления. В соответствии с типом подвески антенны подразделяются на азимутальные (полное техническое название этого типа - азимутально-угломестная, то есть осуществляющая наведение по азимуту и углу места) и полярные. В азимутальном варианте антенну настраивают на какой-либо спутник и жестко ее фиксируют.

Полярная подвеска получила свое название из-за того, что ось, вокруг которой в этом случае вращается антенна, направлена на Полярную звезду. Полярная подвеска позволяет при помощи рычага - актюатора с электрическим приводом перенацеливать антенну с одного спутника на другой. Благодаря этому у пользователя появляется возможность принимать телевизионные

программы с нескольких спутников. Поворотом антенны в этом случае управляет специальное устройство - позиционер, нацеливающее антенну по командам ресивера.

Существует, однако, возможность просмотра программ с двух спутников и при неподвижной (без актюатора, позиционера и полярной подвески) антенне. Для этого возле первого конвертора закрепляется второй, но не в фокусе антенны, а рядом с ним (фото 3). Антенна "смотрит" на один спутник, но в "поле ее зрения", немного сбоку, попадает и второй спутник. Соответственно сигнал с него собирается антенной не в фокусе, а также немного сбоку. Туда и устанавливается второй конвертор. Обычно прием сигнала с двух спутников возможен, если их орбитальные позиции различаются не более чем на шесть-семь градусов. Такой конструкцией часто пользуются для приема сигналов со спутников Astra и Eutelsat/HotBird. Можно, наконец, принимать сигналы разных спутников и с помощью нескольких антенн, наводя на каждый из них отдельную "тарелку".

Следующий компонент приемной спутниковой системы - конвертор. Конструктивно он состоит из трех частей: самого конвертора, поляризатора и облучателя.

Облучатель предназначен для лучшей фокусировки электромагнитного сигнала на волноводный вход конвертора. Для прямофокусной и офсетной антенн применяются несколько различные конструкции облучателя. Связано это с основной характеристикой параболической антенны: отношением ее фокусного расстояния к диаметру (F/D). У большинства современных прямофокусных спутниковых антенн этот параметр равен примерно 0,3-0,4, а у офсетных антенн он составляет 0,5-0,6. В соответствии с этим облучатели для прямофокусных и офсетных антенн изготавливаются с разным "углом раскрыва".

Между облучателем и конвертором монтируется поляризатор. Поскольку телевизионные сигналы от подавляющего большинства спутников имеют вертикальную и горизонтальную поляризацию, приемная система должна отделять одну поляризацию от другой и принимать каждую из них в

отдельности. Для решения этой задачи и предназначен поляризатор. По командам ресивера он пропускает сигналы либо вертикальной, либо горизонтальной поляризации, а управление этим процессом осуществляется путем переключения напряжения питания с 13 на 18 В.

Существуют также поляризаторы с плавной перестройкой плоскости поляризации, которые управляются плавным изменением тока. Их устанавливают на антеннах с полярной подвеской при приеме сигналов с нескольких спутников. При этом для каждого спутника приходится подбирать свои плоскости поляризации.

Поляризаторы, управляемые напряжением, обычно изготавливают в виде единого блока с облучателем и конвертором, а поляризаторы, управляемые током, - как отдельное устройство.

Наконец, сам конвертор. Он принимает собранную облучателем и отфильтрованную поляризатором электромагнитную энергию на частоте передатчика спутника и преобразует ее в сигнал более низкой частоты, пригодной для дальнейшей обработки в ресивере.

Здесь полезно немного познакомиться с частотными диапазонами, в которых ведется вещание со спутника. Для спутникового телевидения используются два основных диапазона - С-диапазон (3,5-4,2 ГГц) и Ku-диапазон (10,7-12,75 ГГц). Европейские спутники - Eutelsat, HotBird, Astra, Thor и другие - вещают преимущественно в Ku-диапазоне. Российские и азиатские спутники обычно ведут вещание в обоих частотных диапазонах. Соответственно для этих диапазонов нужны разные конверторы.

Ku-диапазон условно разбит на три поддиапазона. Первый из них (10,7-11,8 ГГц) носит название FSS. Вторым (11,8-12,5 ГГц) называется DBS. Третий поддиапазон (12,5-12,75 ГГц) - Telecom получил свое имя по названию французских спутников, использующих для вещания эти частоты. Соответственно и Ku-конверторы бывают трех типов: одно-, двух- и трехдиапазонные (FullBand, WideBand, Triple).

Конвертор соединяется с ресивером коаксиальным кабелем. Хотя внешне он схож с телевизионным кабелем для приема эфирных программ, цена его существенно - иногда в несколько раз - выше. Связано это с внутренним устройством коаксиального кабеля: одинарной, а то и двойной фольгированной оплеткой экрана, высококачественным металлом центральной жилы и особым наполнителем - диэлектриком.

Дело в том, что для передачи "спутникового" сигнала кабель должен иметь значительно более высокое качество (с меньшими потерями на частотах вплоть до 2 ГГц), чем для передачи сигнала "эфирного". Более того, чем дальше от антенны расположены ресивер и телевизор, тем лучше и соответственно дороже должен быть кабель. Очень хороший способен передавать сигнал на расстояния до 200 м. При больших же расстояниях или при использовании кабеля недостаточно высокого качества необходима установка усилителя сигнала.

Следующим элементом приемной спутниковой системы является ресивер - блок, который находится между антенной (конвертором) и телевизором. С его помощью выбирается канал, производятся все настройки системы и режима приема изображения и звука.

В мире существует более 50 торговых марок спутниковых ресиверов, и практически любой из них применим для индивидуальной приемной системы спутникового TV. Между собой, вернее, по своим качественным характеристикам эти многочисленные ресиверы различаются, как и любые другие бытовые устройства. Так, устройства ряда фирм-производителей, характеризующихся словами "brandname", обеспечивают более высокий уровень сервиса, имеют высокие надежность, качество, технический уровень исполнения и инженерных решений. От более простых моделей они конечно же отличаются ценой. Так, хотя любой ресивер позволяет принимать стереозвук, лишь несколько моделей имеют систему воспроизведения "объемного звучания" - DolbySurround. А некоторые ресиверы способны записывать принимаемые телевизионные программы на внутренний жесткий диск.

Фактически каждый ресивер может переключать поляризацию конвертора при помощи напряжения, однако далеко не все модели имеют "токовое" управление поляризацией.

Зависит выбор ресивера и от того, какие каналы и с каких спутников предполагается смотреть, точнее, сможет ли выбранная модель принять и декодировать нужные каналы. Чтобы разобраться в этих возможностях ресивера, необходимо сказать несколько слов о кодировании спутниковых телевизионных каналов.

Задумываясь над приобретением и установкой системы спутникового телевидения (и оценивая свои финансовые возможности), будущий зритель в первую очередь решает, что именно он хочет в результате смотреть. Редко кого устраивает прием исключительно "открытых" государственных каналов. Более же интересные, коммерческие, каналы в большинстве своем транслируются с частичным или полным кодированием изображения и (или) звука. Причина простая - деньги. С бесплатными государственными каналами все ясно - они финансируются из бюджета страны. А владельцам частных каналов приходится платить за аренду спутникового передатчика, за авторские права, за лицензию на вещание и за многое другое. Естественно, чтобы окупить расходы и получить от своей деятельности прибыль, они хотят взимать плату за просмотр со зрителей, предварительно предложив им нечто, за что те согласны заплатить. Заинтересовать зрителя есть чем - существуют программы на любой вкус, - но кто же будет добровольно отдавать свои деньги? Метод убеждения здесь бесполезен (пробовали), так что в действие вступает метод принуждения.

Заключается он в том, что на телевизионной студии, где формируются программы, с помощью специального устройства (кодера) высококачественный телевизионный сигнал кодируется - сознательно разрушается по строго определенному алгоритму. Причем методы такого "вандализма" постоянно совершенствуются. Для того чтобы вернуть "испорченному" сигналу первоначальный вид, то есть сделать его доступным для приема, потребителю достаточно приобрести ресивер с декодером и декодирующую карточку,

которая служит ключом к раскрытию кода. В отличие от "железа" ее по окончании срока действия необходимо обновлять.

Ныне цифровое спутниковое вещание ведется в нескольких системах кодирования. Это - Seca/Mediaguard, Irdeto, Viaccess, Conax, Nagravision, Videoguard и др. Причем некоторые каналы (но их немного) идут сразу в двух или трех системах кодирования одновременно, что облегчает возможность их просмотра. Соответственно и ресиверы различаются по возможности декодировать ту или иную кодировку. Хотя для расширения их возможностей у большинства ресиверов предусмотрена установка дополнительного модуля декодирования.

Что же касается декодирующих карточек, то они существуют, так сказать, двух категорий: легальные и пиратские. Легальные карточки распространяются компанией, осуществляющей трансляцию телевизионных каналов со спутника. Поскольку западные компании официально не транслируют свои программы на Россию, своими карточками они у нас не торгуют. Так что для приема западных программ отечественные фирмы, поставляющие приемное спутниковое оборудование, обычно продают пиратские карточки - аналоги легальных. Вопрос продолжительности работы такой карточки весьма расплывчат. Дело в том, что алгоритмы кодирования могут меняться, а карточки не всегда способны самостоятельно настраиваться на новый код. В таком случае владелец "серой" карточки обращается в фирму, где она была куплена, и за небольшие деньги "обновляет" свое приобретение. Понятно, что ни о какой четкой гарантии тут говорить не приходится.

Иное дело - приобретение легальной карточки. Для жителя России — это возможно только для приема пакета НТВ+. Купив официальный договор и декодирующую карточку, можно за 600-1200 рублей в месяц смотреть более 50 отечественных и зарубежных (с переводом) каналов отличного качества.

Но не следует думать, что все хорошее и интересное можно принимать только за деньги. С того же спутника HotBird более сотни каналов транслируются без кодирования. Право, там есть, что посмотреть: музыкальные

программы, шоу, новости, фильмы - выбор широк. Кроме того, со спутников с тем же великолепным цифровым качеством транслируются еще и радиопрограммы, которые принимаются теми же антеннами и ресиверами. И здесь выбор у потребителя - слушателя более чем богат.

Огромное преимущество спутникового телевидения - его глобальность: где бы ни находился телезритель, он всегда может настроиться хотя бы на один спутник. И часто этого вполне достаточно, чтобы выбрать несколько телевизионных каналов по душе.

1.5 Выводы к главе

В разделе дана классификация услуг, которые потенциально могут предоставляться в сетях передачи данных: доступ к Интернет-ресурсам, доступ к внутренним ресурсам сети, IP-телефония, IP-телевидение и IP-радио. Выделен один из экономически перспективных и активно развивающихся видов услуг – мультимедийное вещание (IP-телевидение + IP-радио). Определены и классифицированы возможные источники мультимедийного контента: файлы мультимедиа, эфирное телевидение, эфирное радио, кабельное телевидение, спутниковое цифровое телевидение и радио, а также различного рода локальные источники мультимедийных данных. Дана сравнительная оценка источников по различным критериям, которая показала, что не существует какого либо приоритетного источника контента и к вопросу выбора надо подходить комплексно, учитывая и потребности потенциальных абонентов и возможности оператора сети передачи данных.

Также рассмотрены технологии доставки информации, а в частности и мультимедийной информации, от сервера до абонента: unicast, multicast, сети MBONE. Классифицированы и проанализированы различные решения для представления и передачи мультимедийных данных (аналоговых и цифровых), определены слабые и сильные стороны этих решений. Наиболее интересной и перспективной формой представления мультимедийных данных оказался

MPEG-2, на котором базируются стандарты цифрового телевидения и радио (DVB, ATSC, ISDB, DAB), однако же высокие требования к пропускной способности сети передачи данных (4-10 Мегабит/с на один ТВ канал) серьезно ограничивает применение этого формата в рамках мультимедийного вещания. Решение проблем, связанных с требованиями к пропускной способности, лежит в применении MPEG-4, однако затраты на аппаратные и программные ресурсы могут вынудить отказаться от него и вернуться либо к исходному MPEG-2, либо перекодированному с увеличенной степенью сжатия MPEG-2.

Выделены противоречия между различными желаниями, возможностями и требованиями при реализации мультимедийного вещания в рамках сетей передачи данных: уменьшение каналоёмкости канала и улучшения его качества; увеличение количества одновременно подключенных абонентов и не изменение структуры сети; организация надежной системы защиты от несанкционированного доступа при минимальных затратах на аппаратное и программное обеспечение.

Решение о применении той или иной технологии должно приниматься только после анализа существующей сети, возможностей модернизации, а также на основе количества и требований потенциального круга абонентов.

Проанализирован ряд программных решений, которые хотя и являются достаточно универсальными, но не поддерживают весь спектр потенциально используемого оборудования, а также не содержат средств по защите от несанкционированного использования. С учетом поставленных ограничений выбран вариант реализации программного обеспечения (реализация полноценной защиты от несанкционированного использования), а также выбран вариант представления мультимедийного контента (MPEG-2 приемлемого качества с требованиями к пропускной способности канала 1 Мбит/с).

2 Исследование математического обеспечения представления мультимедийного контента в цифровом виде

Для удобства хранения и передачи по сети мультимедийный контент подвергают сжатию. Для получения оцифрованного потока применяются алгоритмы сжатия, основанные на дискретном косинусном преобразовании сигнала (JPEG, MJPEG, MPEG2, MPEG4, H.263), а также Wavelet и JPEG2000 [7]. Эти алгоритмы сжатия видео изображений служат для адаптации цифровых потоков к передаче по сетям передачи данных.

Существующие на сегодняшний день алгоритмы сжатия классифицируются по следующим параметрам:

Потоковые и статические алгоритмы сжатия.

Потоковые алгоритмы сжатия работают с последовательностями кадров, кодируя разностную информацию между опорными кадрами (алгоритмы сжатия семейства MPEG, алгоритм сжатия JPEG 2000), тогда как статические алгоритмы сжатия работают с каждым изображением в отдельности (алгоритмы сжатия JPEG и MJPEG).

Алгоритмы сжатия с потерями и без потерь данных.

Если получившееся после декомпрессии изображение полностью (с точностью до бита) идентично исходному, значит используемый алгоритм сжатия осуществляет компрессию без потерь. Как правило, используются алгоритмы сжатия с потерями данных. В зависимости от степени сжатия, различают:

Сжатие без заметных потерь с точки зрения восприятия. В силу физиологических особенностей человеческого глаз менее чувствителен к цветоразностной составляющей изображения, чем к яркостной. При невысоких коэффициентах компрессии алгоритмы сжатия дают картинку, которая воспринимается глазом как точная копия оригинала, тогда как данный алгоритм сжатия работает с потерями данных, и полученное после декомпрессии изображение не совпадает с исходным.

Сжатие с естественной потерей качества характеризуется появлением воспринимаемых глазом, но незначительных искажений изображения. Это проявляется в уменьшении детализации сцены, а алгоритмы сжатия, основанные на дискретном косинусном преобразовании, могут продуцировать незначительные блочные искажения картинки. Базирующиеся на вейвлет-преобразовании алгоритмы сжатия дают размытость вблизи резких границ, однако такие артефакты даже при довольно больших коэффициентах сжатия мало влияют на процесс зрительного восприятия картинки.

Сжатие с неестественной потерей качества характеризуется нарушением самой важной с точки зрения восприятия характеристики изображения – контуров. При высоких коэффициентах компрессии алгоритм сжатия JPEG вносит в картинку блочные искажения, которые сильно влияют на восприятие изображения человеческим глазом, в то время как алгоритмы сжатия, использующие вейвлет-преобразование, делают изображение «затуманенным», с размытыми контурами, не изменяя их формы. Поэтому алгоритмы сжатия типа Wavelet обеспечивают более высокие по сравнению с алгоритмом JPEG коэффициенты сжатия.

В таблице 2.1 приведены сравнительные характеристики сжатия видеоданных распространенными алгоритмами.

Таблица 2.1 - Основные характеристики наиболее распространенных алгоритмов сжатия

Алгоритм сжатия	Размер файла (цветной кадр с разрешением 720x576 пикселей)	Величина потока оцифрованного видео с параметрами 720x576 пикселей и 25 кадров/с
Wavelet	50 кбайт	10 Мбит/с
MJpeg	25 кбайт	5 Мбит/с
JPEG	70 кбайт	14 Мбит/с
MPEG-2	10 кбайт	2 Мбит/с
MPEG-4	5 кбайт	1 Мбит/с

Для создания стандартизованного математического и алгоритмического обеспечения для представления мультимедийного контента в цифровом виде была создана группа MPEG - MovingPictureExpertGroup - экспертная группа ISO, действующая в направлении разработки стандартов кодирования и сжатия видео- и аудио- данных. Официальное название группы - ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 [25]. Часто аббревиатуру MPEG используют для ссылки на стандарты, разработанные этой группой. На сегодняшний день известны следующие стандарты:

MPEG-1 предназначен для записи синхронизированных видеоизображения (обычно в формате SIF, 288 x 358) и звукового сопровождения на CD-ROM с учетом максимальной скорости считывания около 1.5 Мбит/с. Качественные параметры видеоданных, обработанных MPEG-1, во многом аналогичны обычному VHS-видео, поэтому этот формат применяется в первую очередь там, где неудобно или непрактично использовать стандартные аналоговые видеоносители.

MPEG-2 предназначен для обработки видеоизображения соизмеримого по качеству с телевизионным при пропускной способности системы передачи данных в пределах от 3 до 15 Мбит/с, в профессиональной аппаратуре используют потоки скоростью до 50 Мбит/с. На технологии, основанные на MPEG-2, переходят многие телеканалы, сигнал, сжатый в соответствии с этим стандартом, транслируется через телевизионные спутники, а также используется для архивации больших объемов видеоматериала. На данный момент MPEG-2 является наиболее распространенным и получивший наибольшее применение в различных областях науки и техники.

По сравнению с MPEG 1, формат сжатия MPEG 2 обладает следующими преимуществами:

– формат сжатия MPEG 2 обеспечивает масштабируемость различных уровней качества изображения в одном видеопотоке.

– в формате сжатия MPEG 2 точность векторов движения увеличена до 1/2 пикселя.

– пользователь может выбрать произвольную точность дискретного косинусного преобразования.

– в формат сжатия MPEG 2 включены дополнительные режимы прогнозирования.

MPEG-3 - предназначался для использования в системах телевидения высокой четкости (high-definition television, HDTV) со скоростью потока данных 20-40 Мбит/с, но позже стал частью стандарта MPEG-2 и отдельно теперь не упоминается.

MPEG-4 - задает принципы работы с цифровым представлением мультимедиа для трех областей: интерактивного мультимедиа (включая продукты, распространяемые на оптических дисках и через Сеть), графических приложений (синтетического контента) и цифрового телевидения.

MPEG4 использует технологию так называемого фрактального сжатия изображений. Фрактальное (контурно-основанное) сжатие подразумевает выделение из изображения контуров и текстур объектов. Контурные представляются в виде т.н. сплайнов (полиномиальных функций) и кодируются опорными точками. Текстуры могут быть представлены в качестве коэффициентов пространственного частотного преобразования (например, дискретного косинусного или вейвлет-преобразования).

Диапазон скоростей передачи данных, который поддерживает формат сжатия видео изображений MPEG 4, гораздо шире, чем в MPEG 1 и MPEG 2. Дальнейшие разработки специалистов направлены на полную замену методов обработки, используемых форматом MPEG 2. Формат сжатия видео изображений MPEG 4 поддерживает широкий набор стандартов и значений скорости передачи данных. MPEG 4 включает в себя методы прогрессивного и чересстрочного сканирования и поддерживает произвольные значения

пространственного разрешения и скорости передачи данных в диапазоне от 5 кбит/с до 10 Мбит/с. В MPEG 4 усовершенствован алгоритм сжатия, качество и эффективность которого повышены при всех поддерживаемых значениях скорости передачи данных.

MPEG-7 - В октябре 1996 года группа MPEG приступила к разработке формата сжатия MPEG 7, призванным определить универсальные механизмы описания аудио и видео информации. Этот формат получил название MultimediaContentDescriptionInterface. В отличие от предыдущих форматов сжатия семейства MPEG, MPEG 7 описывает информацию, представленную в любой форме (в том числе в аналоговой) и не зависит от среды передачи данных. Как и его предшественники, формат сжатия MPEG 7 генерирует масштабируемую информацию в рамках одного описания.

Формат сжатия MPEG 7 использует многоуровневую структуру описания аудио и видео информации. На высшем уровне прописываются свойства файла, такие как название, имя создателя, дата создания и т.д. На следующем уровне описания формат сжатия MPEG 7 указывает особенности сжимаемой аудио или видео информации – цвет, текстура, тон или скорость. Одной из отличительных особенностей MPEG 7 является его способность к определению типа сжимаемой информации. Если это аудио или видео файл, то он сначала сжимается с помощью алгоритмов MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, а затем описывается при помощи MPEG 7. Такая гибкость в выборе методов сжатия значительно снижает объем информации и ускоряет процесс сжатия. Основное преимущество формата сжатия MPEG 7 над его предшественниками состоит в применении уникальных дескрипторов и схем описания, которые, помимо всего прочего, делают возможным автоматическое выделение информации как по общим, так и по семантическим признакам, связанным с восприятием информации человеком. Процедура занесения в каталог и поиска данных находятся вне сферы рассмотрения этого формата сжатия.

MPEG-21 Разработка формата сжатия MPEG 21 - это долговременный проект, который называется "Система мультимедийных средств"

(MultimediaFramework). Над разработкой этого формата сжатия эксперты начали работать в июне 2000 г. На первых этапах планировалось провести расширение, унификацию и объединение форматов MPEG 4 и MPEG 7 в единую обобщающую структуру. Подразумевалось, что она будет обеспечивать глубокую поддержку управления правами и платежными системами, а также качеством предоставляемых услуг.

Основой или составной частью множества алгоритмов компрессии (и виде и аудио информации) лежит дискретное косинусное и инверсное дискретное косинусное преобразование (ДКП и ИДКП).

2.1 Видеоданные

Представление видеоданных в экономичном цифровом виде рассмотрим на примере стандарта MPEG-2, являющегося сейчас де факто стандартом для всего цифрового спутникового, эфирного и кабельного телевидения. MPEG-2 является семейством алгоритмов, которые обеспечивают разное качество изображения и потому работают на разных скоростях цифровых потоков. Классификация алгоритмов внутри семейства основана на двух "измерениях" - "профилях" (которых 6 видов) и "уровнях" (4 вида) (см табл.2.2). Профили отвечают за качество, а уровни - за разрешение, с которым сжимается изображение. Используются не все возможные сочетания профилей и уровней, а только 13 из них, со скоростями примерно от 20 до 100 Мбит/с и разрешением от 325x288 до 1920x1152 пиксела.

Таблица 2.2 - Сравнение уровней MPEG2

Название уровня	Разрешение	Максимальный битрейт	Качественное соответствие
Low	352*240*30	4 Mbps	CIF, бытовая видео кассета
Main	720*480*30	15 Mbps	CCIR 601, студийное TV
High 1440	1440*1152*30	60 Mbps	4x601, бытовое HDTV
High	1920*1080*30	80 Mbps	Hi-End видеомонтажное оборудование

2.2 Структура элементарного потока видеоданных

Поток видеоданных, определяемый спецификацией ISO IEC 13818-2, представляет собой иерархическую структуру, элементы которой строятся и объединяются друг с другом в соответствии с определенными синтаксическими и семантическими правилами. Существует 6 типов элементов этой иерархической структуры:

- видеопоследовательность;
- группа изображений;
- изображение;
- срез;
- макроблок;
- блок;

Видеопоследовательность - элемент потока видеоданных высшего уровня. Она представляет собой серию последовательных кадров телевизионного изображения. MPEG-2 допускает как построчные, так и чересстрочные последовательности. Чересстрочная последовательность - это серия телевизионных полей. В процессе компрессии поля могут кодироваться отдельно. Это дает изображения типа "поле". Два поля, кодируемые как телевизионный кадр, образуют изображение типа "кадр". В одной чересстрочной последовательности могут использоваться и изображения-поля,

и изображения-кадры. В последовательностях с построчным разложением каждое изображение представляет собой кадр.

В соответствии с используемыми методами дифференциального кодирования различают три типа изображений: I, P и B.

I (Intra-codedpicture) - изображение кодируется с использованием только той информации, которая содержится в нем самом. В нем устраняется только пространственная избыточность;

P (Predictive-codedpicture) - изображение, при кодировании которого формируется разность между исходным изображением и предсказанием, полученным на основе предшествующего или последующего изображения типа I;

B (Bidirectionally-predicted-codedpicture) - изображение, при кодировании которого используется предсказание, сформированное на основе предшествующего и последующего изображений типа I или P .

При кодировании P и B изображений используется межкадровое кодирование. В них устраняется и пространственная, и временная избыточность.

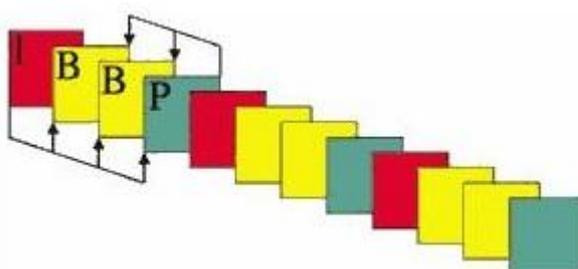


Рисунок 2.1 - Видеопоследовательность и группа изображений

Серия изображений, содержащих одно I-изображение, называется группой изображений. Пример видеопоследовательности с различными типами изображений показан на рис.2. 1 (стрелками показаны направления предсказания в пределах одной группы изображений). Чем больше группа изображений, тем большая степень компрессии может быть достигнута.

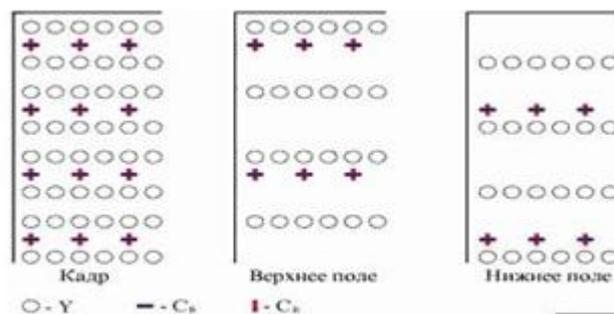


Рисунок 2.2 - Структуры отсчетов яркости и цветности формата 4:2:0

С информационной точки зрения каждое изображение представляет собой три прямоугольных матрицы отсчетов изображения: яркостную Y и две матрицы цветности C_b и C_r . Стандарт MPEG-2 допускает различные структуры матриц. Соотношение между количеством отсчетов яркости и цветности определяется форматом дискретизации. В случае формата 4:2:0 размеры матриц C_b и C_r в 2 раза меньше, чем Y , и в горизонтальном, и в вертикальном направлениях (рис. 2.2). Формат 4:2:2 отличается тем, что все три матрицы имеют одинаковые размеры по вертикали, но в горизонтальном направлении матрицы цветности имеют в два раза меньшее количество элементов. В формате 4:4:4 все матрицы одинаковы (рис. 2.3).

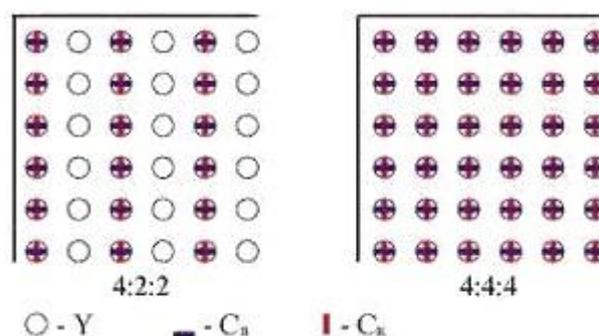


Рисунок 2.3 - Структуры отсчетов яркости и цветности формата 4:2:2 и 4:4:4

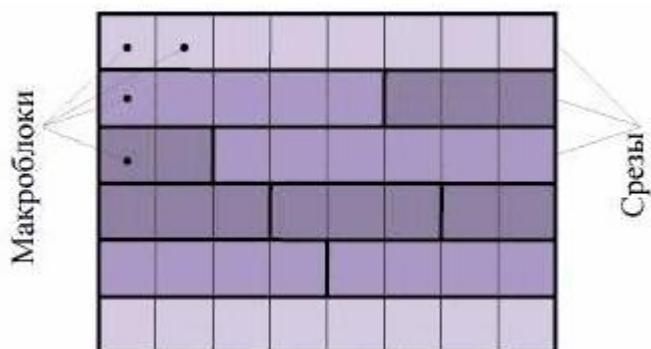


Рисунок 2.4 - Изображение со срезами и макроблоками

Каждое изображение делится на срезы, которые состоят из макроблоков (рисунок 2.4).

Макроблок складывается из блоков размером 8x8 элементов изображения (пикселей). Каждый макроблок содержит группу из 4 блоков с отсчетами яркости (из области изображения с размерами 16x16 пикселей) и группу блоков с отсчетами цветности, взятых из той же области изображения, что и отсчеты блоков яркости (рисунок 2.5).

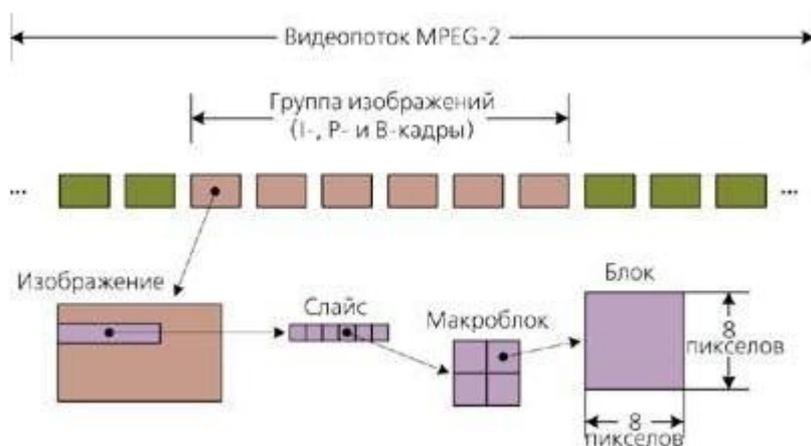


Рисунок 2.5 - Структура видеопотока MPEG-2

Число блоков с отсчетами цветности зависит от формата дискретизации: по одному блоку C_b и C_b в формате 4:2:0, по два - в формате 4:2:2, по 4 - в формате 4:4:4 (рис. 2.6). В изображениях типа "кадр", в которых может использоваться и кадровое, и полевое кодирование, возможны 2 варианта

внутренней организации макроблока (рис. 2.7). В случае кадрового кодирования каждый блок яркости Y образуется из чередующихся строк двух полей (рис. 2.7а). При полевом кодировании каждый блок Y образован из строк только одного из двух полей (рис. 2.7б). Блоки цветности образуются по таким же правилам в случае форматов дискретизации 4:2:2 и 4:4:4. Однако при использовании формата 4:2:0 блоки цветности организуются для выполнения дискретного косинусного преобразования в рамках кадровой структуры (рис. 2.7а).

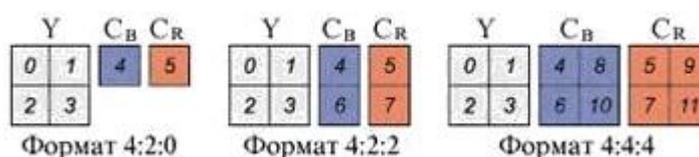


Рис. 2.6 - Структуры макроблоков

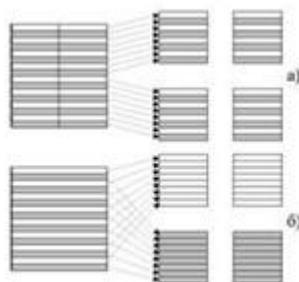


Рисунок 2.7 - Структура макроблока Y при кадровом (а) и полевом кодировании (б)

Все структурные элементы потока видеоданных, полученного в результате внутрикадрового и межкадрового кодирования (кроме макроблока и блока), дополняются специальными и уникальными стартовыми кодами. Каждый элемент содержит заголовок, за которым следуют данные элементов более низкого уровня. В заголовке видеопоследовательности (как элемента высшего уровня) приводится разнообразная дополнительная информация, например, размеры и соотношение сторон изображения, частота кадров, скорость потока данных, матрица квантования, формат дискретизации

цветности изображения, координаты основных цветов и белого цвета, параметры матрицы для формирования яркостного и цветоразностных сигналов, параметры передаточной характеристики (гамма).

2.3 Кодирование

Структурная схема кодера MPEG2 приведена на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 - Блок схема видеокодера MPEG2

Кодирование исходного I-фрейма осуществляется с помощью дискретного косинусного преобразования, преобразующее пространственное распределение яркости и цветочастотное распределение. В MPEG-2 для компрессии используются два принципа:

- подавление несущественных для визуального восприятия мелких деталей пространственного распределения отдельных кадров;
- устранение временной избыточности в последовательности кадров.

Для этого используется экспериментально установленная малая чувствительность человеческого восприятия к искажениям мелких деталей

изображения. Глаз быстрее замечает неоднородность равномерного фона, чем искривление тонкой границы или изменение яркости и цвета малого участка. Поскольку передачу плавных изменений фона обеспечивают низкочастотные (центральные) значения частотного распределения, а за мелкие детали пространственного распределения отвечают высокочастотные коэффициенты, то это позволяет использовать следующий алгоритм сжатия: кадр разбивается на блоки размером 16x16 (размеру 720x576 соответствует 45x36 блоков), каждый из которых ДКП переводится в частотную область. Затем соответствующие частотные коэффициенты подвергаются квантованию (округлению значений с задаваемым интервалом). Если само по себе ДКП не приводит к потере данных, то квантование коэффициентов, очевидно, вызывает огрубление изображения. Операция квантования выполняется с переменным интервалом – наиболее точно передается низкочастотная информация, в то время как многие высокочастотные коэффициенты принимают нулевые значения. Это обеспечивает значительное сжатие потока данных, но приводит к снижению эффективного разрешения и возможному появлению незначительных ложных деталей (в частности, на границе блоков). Очевидно, что чем более грубое квантование используется, тем больше степень сжатия, но и тем ниже качество результирующего сигнала.

Для I-фреймов стандарт MPEG-2 определяет следующую матрицу квантования по умолчанию (для яркости и для цветности):

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

Рисунок 2.9 – для I-фреймов

16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16

Рисунок 2.10 – для P- и B-фреймов

Также могут определенным в стандарте образом задаваться другие пользовательские матрицы квантования, обеспечивающие необходимый уровень потерь качества.

Далее двумерный массив квантованных коэффициентов ДКП преобразуется в одномерный путем зигзаг сканирования (см. рис.2.10).

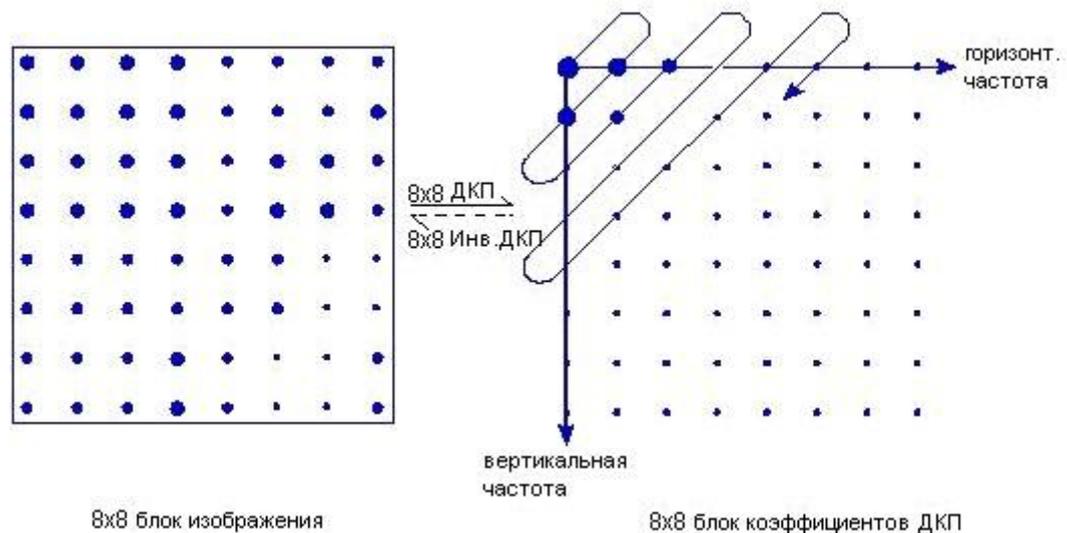


Рисунок 2.10 – ДПК и инверсное ДПК

Само по себе ДКП, как впрочем и квантование коэффициентов ДКП не обеспечивает компрессии (преобразование обратимое), а наоборот увеличивает размер исходной матрицы из-за увеличенной размерности коэффициентов ДКП (12 бит против 9 бит на значение). Но, поскольку в результате квантования высокочастотные коэффициенты обращаются в 0 (вследствие выбранных коэффициентов квантования, см. рис.2.11), то в результате зигзаг

преобразования двумерного массива в одномерный будет получена последовательность с большим количеством нулей.

Последним шагом, на котором происходит собственно компрессия видеопотока данных, является кодирование одномерного массива кодом переменной длины (метод Хаффмана) [1,7,13]. Каждый код переменной длины обозначает ряд нулей, с последующим не нулевым коэффициентом соответствующего уровня. Код переменной длины предполагает, что короткие ряды нулей встречаются чаще длинных и маленькие коэффициенты встречаются чаще больших. Соответственно выделяются различные кодовые слова в соответствии с вероятностью появления того или иного значения. Для того, чтобы декодер смог распознать необходимое значение, в коде переменной длины используется свойство, что ни одно полное кодовое слово не является префиксом какого либо другого.

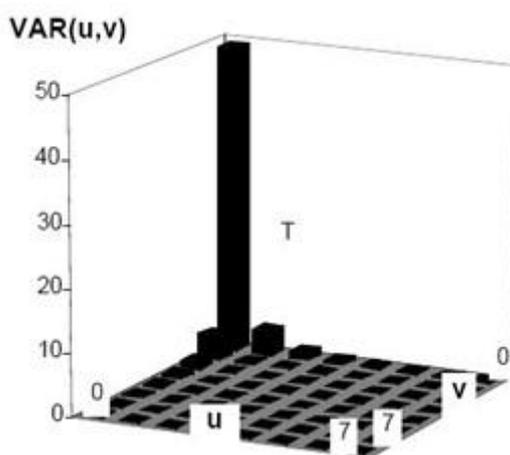


Рисунок 2.11 - «Типовое» распределение коэффициентов ДКП в матрице
Для иллюстрации процесса кодирования кодом переменной длины, возьмем следующую последовательность, которая могла бы быть получено после ДКП и квантования коэффициентов ДКП:

12, 6, 6, 0, 4, 3, 0, 0, 0...0

Первым шагом является группировка значений в ряды нулей (ни одного или несколько штук) с последующим ненулевым коэффициентом. Последний заключительный ряд нулей заменяется специальным маркером конца блока ЕОВ. Таким образом получим:

(12), (6), (6), (0, 4), (3) EOB

Далее на основе полученных значений генерируется код переменной длины соответствующий каждой группе (ряд нулей и ненулевой коэффициент) с последующим EOB маркером. В таблице 2.3 приведена выдержка из описанной в стандарте нулевой таблицы коэффициентов ДКП (DCT coefficientsTablezero) [28].

Таблица 2.3 - Выдержка из нулевой таблицы коэффициентов ДКП

Length of run of zeros	Value of non-zero coefficient	Variable-lengthcodeword
0	12	0000 0000 1101 00
0	6	0010 0001 0
1	4	0000 0011 000
0	3	0010 10
EOB		10

Таким образом, в рассматриваемом примере будет получена следующая последовательность:

0000 0000 1101 00, 0010 0001 0, 0010 0001 0, 0000 0011 000, 0010 10, 10

Временная MPEG-компрессия использует высокую избыточность информации в изображениях, разделенных малым интервалом.

Действительно, между смежными изображениями обычно меняется только малая часть сцены – например, происходит плавное смещение небольшого объекта на фоне фиксированного заднего плана. В этом случае полную информацию о сцене нужно сохранять только выборочно - для опорных изображений. Для остальных достаточно передавать только разностную информацию: о положении объекта, направлении и величине его смещения, о новых элементах фона (открывающихся за объектом по мере его движения). Причем эти разности можно формировать не только по сравнению с предыдущими изображениями, но и с последующими (поскольку именно в них по мере движения объекта открывается часть фона, ранее скрытая за объектом). Отметим, что математически наиболее сложным элементом является поиск

смещающихся, но мало изменяющихся по структуре блоков (16x16) и определение соответствующих векторов их смещения. Однако это элемент наиболее существенен, так как позволяет существенно уменьшить объем требуемой информации. Именно эффективностью выполнения этого "интеллектуального" элемента в реальном времени и отличаются различные MPEG-кодеры. Стандарт MPEG-2 определяет только формат представления векторов смещения (векторов движения) для возможности декодирования изображения, но никоим образом не определяет сам алгоритм нахождения этих векторов. Таким образом, объектом исследования может стать нахождение оптимального алгоритма вычисления векторов смещения (однонаправленных и двунаправленных) для использования в системах кодирования реального масштаба времени.

2.4 Декодирование

Структурная схема декодера MPEG-2 приведена на рисунке 2.12.

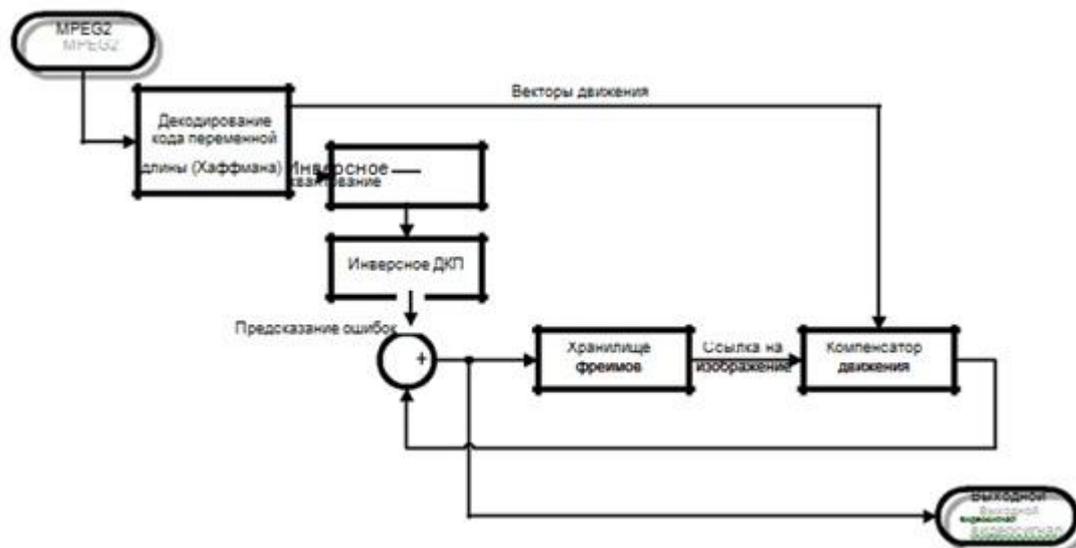


Рисунок 2.12 – Блок-схема видеodeкодера MPEG-2

Из блок-схемы можно увидеть, что процесс декодирования является инверсным по отношению к кодированию. Последовательность действий при работе декодера следующая:

- а) декодирование кода переменной длины;
- б) инверсное сканирование (преобразование одномерного массива в двумерный);
- в) инверсное квантование;
- г) инверсное ДКП;
- д) компенсация движения.

Используются все те же методы, какие были использованы при кодировании, но в обратном порядке.

С точки зрения симметричности (отношение времени компрессии ко времени декомпрессии), MPEG-2 обладает практически единичной

симметричностью, что заметно увеличивает его вес для кодирования/декодирования в реальном масштабе времени.

2.5 Выводы к главе

В разделе дана классификация алгоритмов сжатия: потоковые и статические алгоритмы, алгоритмы сжатия с потерями и без потерь данных. В категории алгоритмов сжатия с потерями выделено сжатие без заметных потерь с точки зрения восприятия человека, сжатие с естественной потерей качества и сжатие с неестественной потерей качества.

Рассмотрен ряд стандартов семейства MPEG (MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3, MPEG-4, MPEG-7, MPEG-21).

Дано математическое определение дискретного косинусного и инверсного дискретного косинусного преобразования, лежащих в основе множества алгоритмов компрессии видеоданных.

На примере стандарта MPEG-2 рассмотрена структура элементарного потока видеоданных (видеопоследовательность, группа изображений, изображение, срез, макроблок, блок), проанализирован процесс кодирования и декодирования видеоизображения.

3 Исследование и разработка программного комплекса шифрования видеоданных

Реализация программного комплекса шифрования видеоданных с заданными требованиями возможна с применением различных программных решений. Для выполнения поставленной задачи было принято в качестве среды разработки использовать Delphi 7 компании Borland.

3.1 Обоснование выбора среды разработки

Система программирования Delphi версии 7 фирмы Enterprise (Borland) предоставляет наиболее широкие возможности для программирования приложений ОС Windows.

Delphi – это продукт BorlandInternational для быстрого создания приложений. Процесс создания интерфейса будущей программы напоминает забаву с игровым компьютерным конструктором. Поэтому RAD-среды еще называют визуальными средами разработки: какими мы видим рабочие и диалоговые окна программы при проектировании, такими они и будут, когда программа заработает.

Высокопроизводительный инструмент визуального построения приложений включает в себя настоящий компилятор кода и предоставляет средства визуального программирования, несколько похожие на те, что можно обнаружить в MicrosoftVisualBasic (она не является RAD-системой) или в других инструментах визуального проектирования. В основе Delphi лежит язык ObjectPascal, который является расширением объектно-ориентированного языка Pascal. В Delphi также входят локальный SQL-сервер, генераторы отчетов, библиотеки визуальных компонентов, и прочее, необходимое для того, чтобы чувствовать себя совершенно уверенным при профессиональной разработке информационных систем или просто программ для Windows-среды.

Прежде всего Delphi предназначен для профессиональных разработчиков, желающих очень быстро разрабатывать приложения в архитектуре клиент-сервер. Delphi производит небольшие по размерам высокоэффективные исполняемые модули (.exe и .dll), поэтому в Delphi должны быть, прежде всего, заинтересованы те, кто разрабатывает продукты на продажу. С другой стороны небольшие по размерам и быстро исполняемые модули означают, что требования к клиентским рабочим местам существенно снижаются – это имеет немаловажное значение и для конечных пользователей.

Преимущества Delphi по сравнению с аналогичными программными продуктами:

- быстрота разработки приложения (RAD);
- высокая производительность разработанного приложения;
- низкие требования разработанного приложения к ресурсам компьютера;
- наращиваемость за счет встраивания новых компонент и инструментов в среду Delphi;
- возможность разработки новых компонент и инструментов собственными средствами Delphi (существующие компоненты и инструменты доступны в исходных кодах);
- удачная проработка иерархии объектов.

Система программирования Delphi рассчитана на программирование различных приложений и предоставляет большое количество компонент для этого. К тому же работодателей интересует, прежде всего, скорость и качество создания программ, а эти характеристики может обеспечить только среда визуального проектирования, способная взять на себя значительные объемы рутинной работы по подготовке приложений, а также согласовать деятельность группы постановщиков, кодировщиков, тестеров и технических писателей. Возможности Delphi полностью отвечают подобным требованиям и подходят для создания систем любой сложности.

Основным конкурентом BorlandDelphi 7 является её родной брат – RAD-среда Borland C++ Builder, технология работы с которой полностью совпадает с технологией, принятой в Delphi 7. Только в Delphi программный код пишется на языке программирования Паскаль, точнее на его объектно-ориентированной версии ObjectPascal, а не на языке C++.

Для того чтобы обосновать, почему наш выбор остановился на BorlandDelphi 7, достаточно просто перечислить некоторые недостатки языка C++ по сравнению с ObjectPascal:

1 Надо делать много инициализации (регистрировать класс окна, организовывать цикл обработки сообщений, создавать оконную функцию, пиктограмму и прочее...) и частично быть системным программистом. На Delphi-же системное программирование уже встроено и инициализация работает по умолчанию, поэтому программист главный упор делает на своих алгоритмах, а не на организации вспомогательных работ.

2 Значительно большая, по сравнению с ObjectPascal, сложность языка, даже, несмотря на компактность кода, возникают сложности в его восприятии.

3 Одна особенность, на мой взгляд, языка C++ очень портит этот язык - он чувствителен к регистру символов, т.е. переменная A и переменная a - это разные переменные.

4 BDelphi классы (объекты) могут располагаться только в динамической памяти, а в C++ в любой памяти (статическая, стек, динамическая). Это добавляет безопасности программирования в Delphi.

Также существует среда программирования Lazarus, относительно молодая, внешне похожая на Delphi. Данный продукт - IDE для компилятора FreePascalCompiler. Распространяется бесплатно по GNU GeneralPublicLicense (или просто GPL), но Lazarus ещё не является средой программирования профессионального уровня, для него разработано мало компонентов, при стандартных настройках. Также размеры разрабатываемых приложений тоже оставляют желать лучшего. В первую очередь это связано с особенностью компилятора FreePascal, который не дружит с динамическими библиотеками. А

потому должен включать в себя все используемые пакеты. То же самое касается и собственно среды разработки, которую вы должны пересобрать каждый раз при добавлении нового пакета.

Компиляция проекта в IDE Lazarus, как и во всех средах разработки подразделяется на два этапа: компиляция и сборка. Хотя они и реализованы в виде вызова компилятора FreePascal отдельным процессом, и мы не можем построчно (как в Delphi) наблюдать за компиляцией проекта.

Однако, можно сказать, что в скором времени у Delphi появится достойный конкурент из мира OpenSource, работа над которым идет на всех парах. И, судя по функциональности первой версии, релиз этого проекта сможет удовлетворить пытливые умы даже самых искушенных программистов.

3.2 Логическая структура программного продукта

Логическая структура содержит набор функционально-логических модулей, включающих процедуры и объекты, представляющие собой стандартные прототипы приложений: формы, окна для просмотра данных и оригинальные программные единицы, реализующие некоторую автоматизируемую функцию или задачу исследуемой предметной области.

Базовым принципом методологии структурного подхода является принцип декомпозиции, согласно которому при проектировании программного обеспечения осуществляется его функциональная декомпозиция на соответствующие подсистемы и модули, выполняющие определенные функции.

Результатом функциональной декомпозиции разрабатываемой системы подготовки и ведения документации, сопровождающей процесс реализации, является функционально-логическая структура программного продукта, представленная на рисунке 3.1.

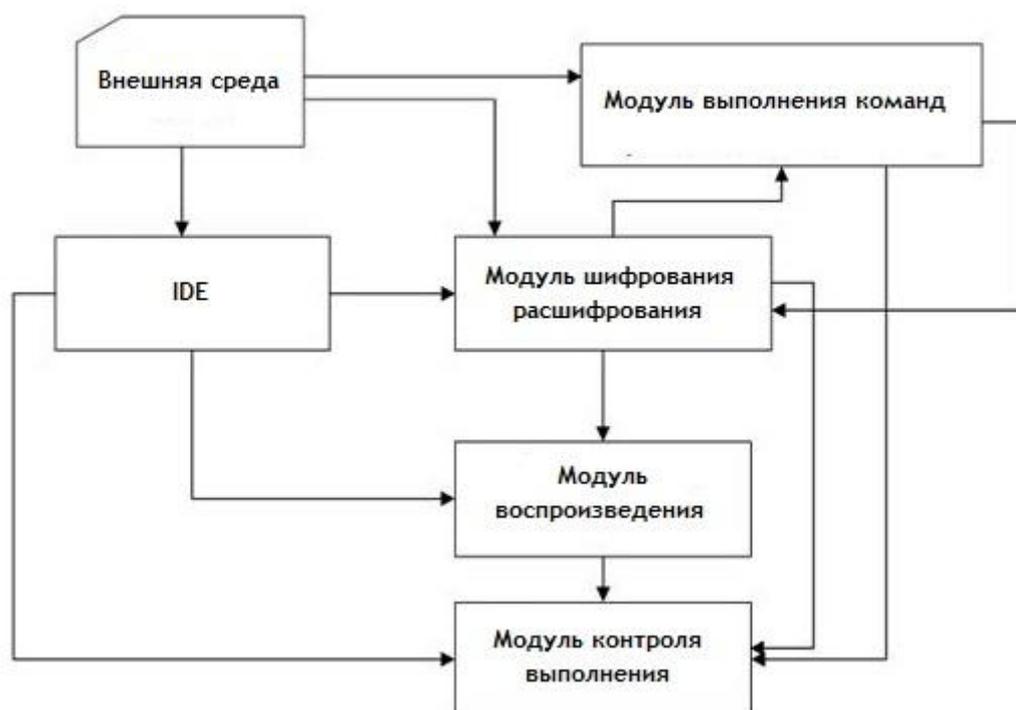


Рисунок 3.1 – Функционально-логическая структура разработанного программного продукта

Программное обеспечение программного продукта (ПП) состоит из следующих функционально-логических модулей:

- IDE – графическая оболочка ПП;
- Модуль выполнения команд;
- Модуль шифрования (расшифровки);
- Модуль воспроизведения;
- Модуль контроля выполнения.

Принимая во внимание описанные выше процессы обмена информацией между модулями прикладной программы и её пользователями можно сформулировать основные функции, ими реализуемые.

IDE служит для взаимодействия с внешней средой (ОС) и для предоставления пользователю информации в удобном для понимания виде. Модуль выполнения команд предназначен для выполнения действий, производимых пользователем. Модуль шифрования (расшифровки) состоит из

процедур, производящих шифрование, или расшифровку заданного пользователем файла. Модуль воспроизведения предназначен для воспроизведения заданного пользователем файла. Модуль контроля выполнения состоит из обработчика ошибок и журнала выполняемых ПП действий.

Алгоритм работы разработанного ПП представлен на рис. 3.2.

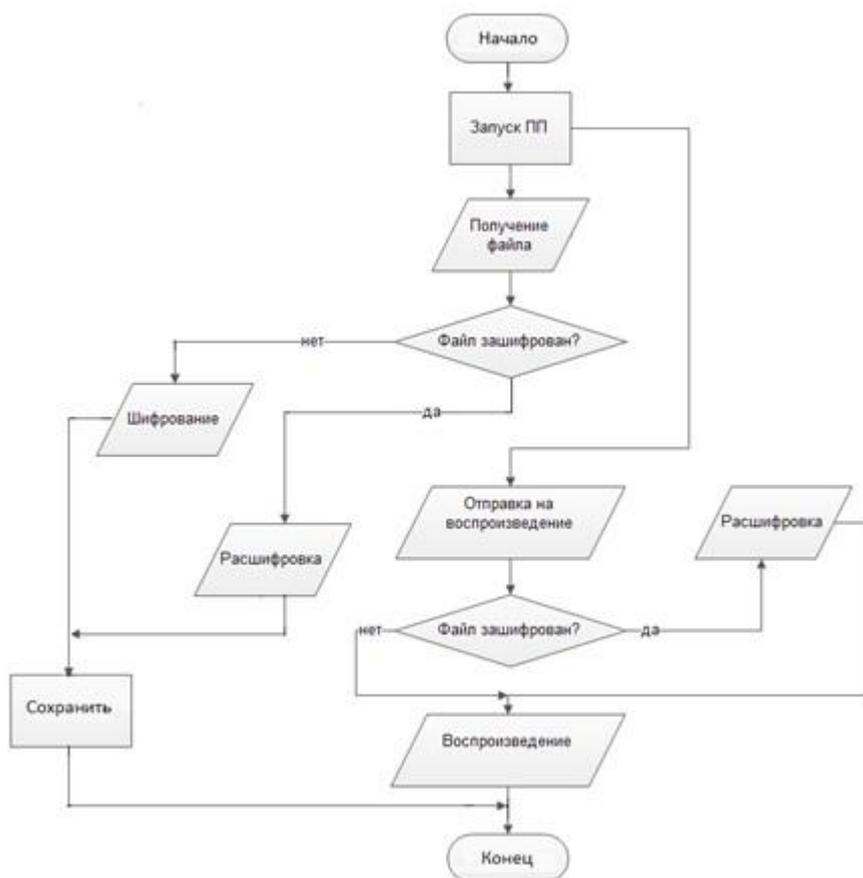


Рисунок 3.2 – Алгоритм работы ПП

3.3 Разработка интерфейсной части программного продукта

Один из вариантов расположения диалоговых элементов для главного окна приложения клиентской части ПП приведен на рисунке. 3.3.

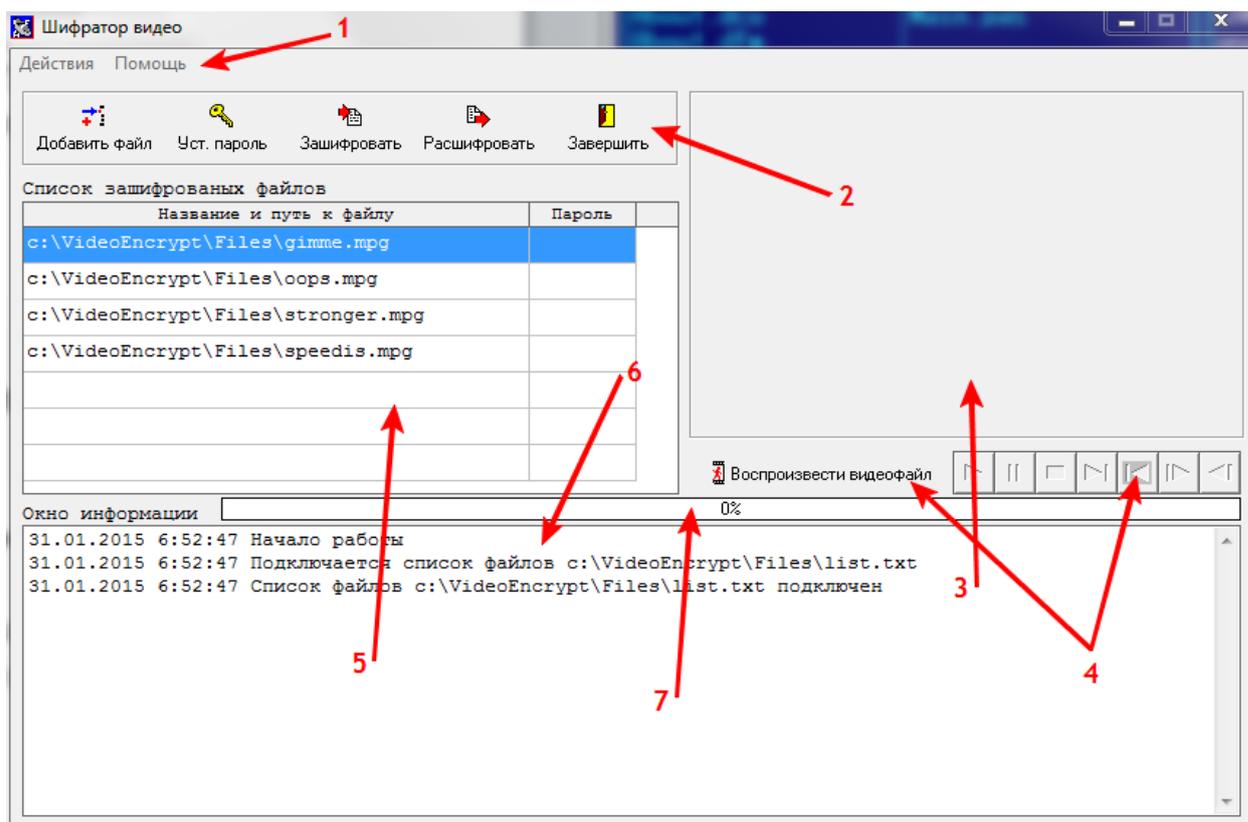


Рисунок 3.3 - Расположение диалоговых элементов в главном окне приложения клиентской части ПО

Диалоговые элементы главного окна:

1. Меню;
 2. Блок управления;
 3. Окно видеопроигрывателя;
 4. Блок управления видеопроигрывателем;
 5. Таблица видеофайлов;
 6. Информационное окно;
 7. Прогресс-бар выполнения.
- 3.4 Реализация шифрования (расшифровки)

Шифрование (расшифровка) видеофайлов производится Модулем шифрования (расшифровки), основанном на функции XOR.

Листинг процедуры шифрования:

```
FunctionCriptFile;
Label1;
var
  DestHFile,SourceHFile:THandle;
  FSize,i,j,kl,n:DWORD;
  CurrentByte:byte;
  one_byte_mass,all_mass:real;
begin
  Result:=false;
  kl:=length>Password);

  ACF_AutoRename      :=(Flags and CF_AutoRename) = CF_AutoRename;
  ACF_DeleteSource    :=(Flags and CF_DeleteSource) = CF_DeleteSource;
  ACF_Dest_NOT_CREATE :=(Flags and CF_Dest_NOT_CREATE) = CF_Dest_NOT_CREATE;
  ACF_ShowProgress    :=(Flags and CF_ShowProgress) = CF_ShowProgress;

  if ACF_AutoRename then
    begin
      DestFile:=SourceFile+'.cript';
      ACF_Dest_NOT_CREATE:=false;
    end;
  if ACF_Dest_NOT_CREATE then
    begin
      DestFile:='c:\3D9D8F57C3274EF3A6E7C5D5B27ADCF0.dat';
      ACF_DeleteSource:=false;
    end;

  all_mass:=0;
  SourceHFile:=CreateFile(pchar(SourceFile),GENERIC_READ,FILE_SHARE_READ,nil,OPEN_EXISTING,0,0);
  if SourceHFile=INVALID_HANDLE_VALUE then
    Exit;
  DestHFile:=CreateFile(pchar(DestFile),GENERIC_WRITE,FILE_SHARE_READ,nil,CREATE_ALWAYS,0,0);
  if DestHFile=INVALID_HANDLE_VALUE then
    Exit;
```

```

FSize:=GetFileSize(SourceHFile,nil);
if ACF_ShowProgress then
if aGauge=nil then
  ACF_ShowProgress:=false
  else
  one_byte_mass:=(TGauge(aGauge^).MaxValue-TGauge(aGauge^).MinValue)/FSize;

for i:=1 to (FSize div kl)+1 do
for j:=1 to kl do
begin
  ReadFile(SourceHFile,CurrentByte,1,n,0);
  if n=0 then goto 1;
  CurrentByte:=plus(CurrentByte,ord(password[j]));
  WriteFile(DestHFile,Currentbyte,1,n,0);
  if ACF_ShowProgress then
  begin
    all_mass:=all_mass+one_byte_mass;
    TGauge(aGauge^).Progress:=round(all_mass);
  end;
end;
1:

CloseHandle(SourceHFile);
CloseHandle(DestHFile);

if ACF_DeleteSource then
  DeleteFile(pchar(SourceFile));
if ACF_Dest_NOT_CREATE then
begin
  if not DeleteFile(pchar(SourceFile))then exit;
  CopyFile(pchar(DestFile),pchar(SourceFile),false);
  if not DeleteFile(pchar(DestFile)) then exit;
end;
Result:=true;
end;

```

Листинг процедуры расшифровки:

```

Function DeCryptFile;
Label 1;

```

```

var
  DestHFile,SourceHFile:THandle;
  FSize,i,j,kl,n:DWORD;
  CurrentByte:byte;
  one_byte_mass,all_mass:real;
begin
  Result:=false;
  kl:=length(Password);

  ACF_AutoRename      :=(Flags and CF_AutoRename) = CF_AutoRename;
  ACF_DeleteSource    :=(Flags and CF_DeleteSource) = CF_DeleteSource;
  ACF_Dest_NOT_CREATE :=(Flags and CF_Dest_NOT_CREATE) = CF_Dest_NOT_CREATE;
  ACF_ShowProgress    :=(Flags and CF_ShowProgress) = CF_ShowProgress;

  if ACF_AutoRename then
    begin
      DestFile:=copy(SourceFile,1,length(SourceFile)-6);
      ACF_Dest_NOT_CREATE:=false;
    end;
  if ACF_Dest_NOT_CREATE then
    begin
      DestFile:='c:\3D9D8F57C3274EF3A6E7C5D5B27ADCF0.dat';
      ACF_DeleteSource:=false;
    end;
  SourceHFile:=CreateFile(pchar(SourceFile),GENERIC_READ,FILE_SHARE_READ,nil,OPEN_EXISTING,0,0);
  if SourceHFile=INVALID_HANDLE_VALUE then
    Exit;

  DestHFile:=CreateFile(pchar(DestFile),GENERIC_WRITE,FILE_SHARE_READ,nil,CREATE_ALWAYS,0,0);
  if DestHFile=INVALID_HANDLE_VALUE then
    exit;

  FSize:=GetFileSize(SourceHFile,nil);

  if ACF_ShowProgress then
    if aGauge=nil then
      ACF_ShowProgress:=false
    else
      one_byte_mass:=(TGauge(aGauge^).MaxValue-TGauge(aGauge^).MinValue)/FSize;

```

```

all_mass:=0;
for i:=1 to (FSize div kl)+1 do
for j:=1 to kl do
begin
ReadFile(SourceHFile,CurrentByte,1,n,0);
if n=0 then goto 1;
CurrentByte:=minus(CurrentByte,ord(password[j]));
WriteFile(DestHFile,Currentbyte,1,n,0);
if ACF_ShowProgress then
begin
all_mass:=all_mass+one_byte_mass;
TGauge(aGauge^.Progress:=round(all_mass);
end;
end;
1:
CloseHandle(SourceHFile);
CloseHandle(DestHFile);
if ACF_DeleteSource then
DeleteFile(pchar(SourceFile));
if ACF_Dest_NOT_CREATE then
begin
if not DeleteFile(pchar(SourceFile))then exit;
CopyFile(pchar(DestFile),pchar(SourceFile),false);
if not DeleteFile(pchar(DestFile)) then exit;
end;
Result:=true;
end;

```

4. Безопасность жизнедеятельности

4.1 Основные положения

Существуют природные источники микроволнового излучения — Солнце и другие космические объекты. На фоне их излучения и происходило формирование и развитие человеческой цивилизации.

Но в наш, насыщенный всевозможными техническими достижениями век, к естественному фону присовокупились ещё и рукотворные источники:

- радиолокационные и радионавигационные установки;
- системы спутникового телевидения;
- сотовые телефоны и микроволновые печи.

Результаты исследования влияния микроволнового излучения на человека позволили установить, что СВЧ лучи не обладают ионизирующим действием. Ионизированные молекулы — это дефектные частички вещества, приводящие к мутации хромосом. В результате живые клетки могут приобрести новые (дефектные) признаки. Этот вывод не означает, что микроволновое излучение не оказывает вред на человека.

Изучение влияния СВЧ-лучей на человека, позволило установить следующую картину — при их попадании на облучаемую поверхность, происходит частичное поглощение поступающей энергии тканями человека. В результате в них возбуждаются высокочастотные токи, нагревающие организм.

Как реакция механизма терморегуляции, следует усиление циркуляции крови. Если облучение было локальным, возможен быстрый отвод тепла от разогретых участков. При общем облучении такой возможности нет, поэтому оно является более опасным.

Поскольку циркуляция крови выполняет роль охлаждающего фактора, то в органах, обеднённых кровеносными сосудами, тепловой эффект выражен наиболее ярко. В первую очередь — в хрусталике глаза, вызывая его помутнение и разрушение. К сожалению, эти изменения необратимы.

Наиболее значительной поглощательной способностью отличаются ткани с большим содержанием жидкого компонента: крови, лимфы, слизистой желудка, кишечника, хрусталика глаза.

В результате могут наблюдаться:

- изменения в крови и щитовидной железе;

- снижение эффективности адаптационных и обменных процессов;
- изменения в психической сфере, которые могут привести к депрессивным состояниям, а у людей с неустойчивой психикой — спровоцировать склонность к суициду.

Микроволновое излучение обладает кумулятивным эффектом. Если в первое время его воздействие проходит бессимптомно, то постепенно начинают формироваться патологические состояния. Вначале они проявляются в учащении головных болей, быстрой утомляемости, нарушениях сна, повышении артериального давления, сердечных болях.

При длительном и регулярном воздействии СВЧ излучение приводит к глубинным изменениям, перечисленным ранее. То есть, можно утверждать, что СВЧ излучение оказывает негативное влияние на здоровье человека. Причём отмечена возрастная чувствительность к микроволнам — молодые организмы оказались более подверженными влиянию СВЧ ЭМП (электромагнитного поля).

4.2 Средства защиты от СВЧ излучения.

Характер воздействия СВЧ излучения на человека зависит от следующих факторов:

- удалённости от источника излучения и его интенсивности;
- продолжительности облучения;
- длины волны;
- вида излучения (непрерывное или импульсное);
- внешних условий;
- состояния организма.

Для количественной оценки опасности введено понятие плотности излучения и допустимой нормы облучения. В нашей стране этот стандарт взят с десятикратным «запасом прочности» и равен 10 микроватт на сантиметр (10 мкВт/см). Это означает, что мощность потока СВЧ энергии, на рабочем месте человека не должна превышать 10 мкВт на каждый сантиметр поверхности.

Как же быть? Сам собой напрашивается вывод, что следует всячески избегать воздействия микроволновых лучей. Уменьшить воздействие СВЧ-излучения в сфере быта достаточно просто: следует ограничить время контакта с бытовыми его источниками.

Совершенно иной механизм защиты должен быть у людей, чья профессиональная деятельность связана с воздействием СВЧ радиоволн. Средства защиты от СВЧ-излучения подразделяются на общие и индивидуальные.

Поток излучаемой энергии убывает обратно пропорционально увеличению квадрата расстояния между излучателем и облучаемой поверхностью. Поэтому важнейшей коллективной защитной мерой является увеличение расстояния до источника излучения.

Другими действенными мерами по защите от СВЧ-излучения являются следующие:

- уменьшение излучения в источнике;
- изменение его направленности;
- уменьшение времени воздействия;
- дистанционное управление излучающими устройствами;
- применение защитного экранирования.

Большая часть из них базируется на основных свойствах микроволнового излучения — отражении и поглощении веществом облучаемой поверхности. Поэтому защитные экраны подразделяются на отражающие и поглощающие.

Отражательные экраны выполняются из листового металла, металлической сетки и металлизированной ткани. Арсенал защитных экранов достаточно разнообразен. Это листовые экраны из однородного металла и многослойные пакеты, включающие слои изоляционных и поглощающих материалов (шунгита, углеродистых соединений) и т. д.

Конечным звеном в этой цепи являются средства индивидуальной защиты от СВЧ-излучения. Они включают спецодежду, выполненную из металлизированной ткани (халаты и фартуки, перчатки, накидки с капюшонами и вмонтированными в них очками). Очки покрыты тончайшим слоем металла, отражающего излучение. Их ношение обязательно при облучении в 1 мкВт/см.

Ношение спецодежды снижает уровень облучения в 100–1000 раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе исследованы принципы построения мультимедийного вещания: определены возможные источники мультимедийного контента (файлы мультимедиа данных, эфирное телевидение, эфирное радио, кабельное телевидение, спутниковое телевидение и радио, локальные источники мультимедийных данных), получена сравнительная оценка источников, исследованы технологии доставки информации от сервера до клиента.

Произведен анализ аналогового и цифрового телевизионного и радиовещания с целью исследования существующих моделей и методов передачи мультимедийных данных: стандарты аналогового телевидения NTSC, PAL, SECAM; цифрового телевидения: DVB, ATSC, ISDB; цифрового радиовещания: DAB, DRM. Практически все цифровые форматы телевидения базируются на стандарте MPEG-2.

Исследовано математическое обеспечение представления мультимедийного контента в безызбыточном (в пространственном и цифровом отношении) цифровом на примере кодирования и декодирования видеоизображения и звука в стандарте MPEG-2. В качестве формата представления для реализации комплекса мультимедийного вещания выбран стандарт MPEG-2, приемлемого качества с требованиями к пропускной способности канала 1 Мбит/с.

Выявлены возможные решения построения комплексов шифрования видеопотока: на базе персонального компьютера с применением средств разработки. В качестве предмета исследований и разработки выбрано решение на базе персонального компьютера с применением среды разработки Delphi 7 фирмы Borland.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Арюшенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М.Ю. Цифровое сжатие видеoinформации и звука, М.: Дашков и К, 2003 г.

2 Афанасьев А.В. MSTU – многофункциональный измерительный комплекс // Сборник научных трудов молодежной научной-технической конференции «Научоемкие технологии и интеллектуальные системы 2003» 16-17 апреля 2003 года М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана – С.116 – 119

3 Афанасьев А.В. Автоматизированная система мониторинга крупногабаритных энергетических комплексов. // Материалы конференции «Федеральная итоговая научно-техническая конференция творческой молодежи России по естественным, техническим, гуманитарным наукам» М.: МИЭМ 2003 – С.113.

4 Афанасьев А.В. Аппаратно-программный комплекс вибродиагностики энергетического оборудования // Материалы 7-ой Молодежной научно-технической конференции «Научоемкие технологии и интеллектуальные системы 2005» 20-21 апреля 2005 г., М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана – С.130-138

5 Афанасьев А.В. Аппаратно-программный комплекс вибродиагностики энергетического оборудования // сборнике «Студенческий научный вестник» 2005, М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана – С.178-189

6 Афанасьев А.В. Аппаратно-программный комплекс для предоставления мультимедиа контента в IP сетях // Материалы 7-ой Молодежной научно-технической конференции «Научоемкие технологии и интеллектуальные системы 2005» 20-21 апреля 2005 г., М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана – С.123-129

7 Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002

8 Высоцкий Г. Алгоритм сжатия данных звука ISO/MPEG (MUSICAM) // Теле-Спутник №8(34) Август 1998,
<http://www.telesputnik.ru/archive/all/n34/54.html>

9 Князев В.С., Афанасьев А.В. Компьютерная измерительная лаборатория // Сборник научных трудов студенческой научной конференции

«Информатика и системы управления в XXI веке» М.: ООО «Эликс +» - С.84 - 88.

10 Локшин Б.А. Цифровое вещание: от студии к телезрителю. - М.: Сайрус системс, 2001

11 ООО «Система Мультимедиа» // <http://www.stream-tv.ru/>

12 Семёнов Ю.А. Telecommunication technologies - телекоммуникационные технологии // <http://book.itep.ru>

13 Сэломон Д. Сжатие данных, изображения и звука. – М.: Техносфера, 2004

14 Cisco Press. Cisco IP/TV 3400 Video Servers // <http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/mxsv/iptv3400/index.shtml>

15 Cisco Press. Internet Protocol Multicast // http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ipmulti.htm

16 Cisco Press. Quality of Service // http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/qos.htm

17 Coding Technologies // <http://www.mp3prozone.com/>

18 D.D.Clark, D.L.Tennenhouse, "Architectural considerations for a new generation of protocols," // SIGCOMM Symposium on Communications Architectures и Protocols , (Philadelphia, Pennsylvania), pp. 200--208, IEEE, Sept. 1990. Computer Communications Review, Vol. 20(4), Sept. 1990

19 Digital Radio Mondiale // <http://www.drm.org/>

20 DivX Digest // <http://www.divx-digest.com/help.html>

21 Dolby Laboratories // <http://www.dolby.com/>

22 DVB Project // <http://www.dvb.org/>

23 FASTWEB // <http://company.fastweb.it/97>

24 George Lucas. Звук для видео // <http://engel.otaku.ru/lab/divx/sndinvid.html>

25 Index of MPEG resources on the Internet // <http://www.mpeg.org/>

26 Index of MPEG resources on the Internet. Free MPEG Software // <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG/>

27 Minerva Networks // <http://www.minervanetworks.com/>

- 28 MPEG 2 Layer 2, VideoCD (VCD) ISO format //
- 29 [http://programming.finta.ru/download/dl_fmt.php?sec=11&id=243&file=mp
eg2-2.zip](http://programming.finta.ru/download/dl_fmt.php?sec=11&id=243&file=mp%20eg2-2.zip)
- 30 MySQL AB. MySQL Reference Manual //
- <http://dev.mysql.com/doc/mysql/en/index.html>
- 31 NTT Communication Science Laboratories //
- http://www.twinvq.org/english/index_en.html
- 32 PROVIDEO. Development Kit w/SDK //
- http://www.provideo.com.tw/driver_S.htm
- 33 SECAM, PAL, NTSC... // Stereo&Video ИЮНЬ 2000
- http://www.stereo.ru/whatiswhat.php?article_id=168
- 34 SecNews.Ru. СТИ ГОТОВК Video по IP //
- <http://www.secnews.ru/events/110116280813.htm>
- 35 The Advanced Television Systems Committee, Inc. // <http://www.atsc.org/>
- 36 The PHP Group. PHP: Hypertext Preprocessor // <http://www.php.net/>
- 37 The World DAB Forum // <http://www.worlddab.org>
- 38 Tobias Oetiker, Dave Rand. The Multi Router Traffic Grapher //
- <http://mrtg.hdl.com/mrtg.html>
- 39 VideoLAN, École Centrale Paris // <http://www.videolan.org/>
- 40 Vorbis.com. Open, Free Audio // <http://www.vorbis.com/>
- 41 Wikipedia. Windows Media Audio //
- http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Media_Audio
- 42 Предложения по созданию программно-аппаратного комплекса для исследования активной виброзащиты / Под. ред. Шахнова В.А. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка математических моделей и программно-технических средств экспериментальных исследований систем активной виброзащиты», по заказу Научного Центра Нейрокомпьютеров РАСУ, 2002.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг программного модуля

```
unitMain;

interface

uses

  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Buttons, ExtCtrls, MPlayer, Grids, StdCtrls, XPMAN, ActnList,
  Menus, ImgList, FileCripT, Gauges;

type

  TfrmMain = class(TForm)
    MediaPlayer: TMediaPlayer;
    pnlVideo: TPanel;
    btnOpen: TSpeedButton;
    Panel1: TPanel;
    StringGrid: TStringGrid;
    Memo: TMemo;
    StaticText1: TStaticText;
    StaticText2: TStaticText;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    StaticText3: TStaticText;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    SpeedButton5: TSpeedButton;
    MainMenu: TMainMenu;
    ImageList: TImageList;
    N1: TMenuItem;
```

ActionList: TActionList;
XPManifest: TXPManifest;
aInsert: TAction;
aDelete: TAction;
aEncrypt: TAction;
aDecrypt: TAction;
aClose: TAction;
N2: TMenuItem;
N3: TMenuItem;
N4: TMenuItem;
N5: TMenuItem;
N6: TMenuItem;
N7: TMenuItem;
N8: TMenuItem;
N9: TMenuItem;
N10: TMenuItem;
aAbout: TAction;
aPlay: TAction;
aPassword: TAction;
pPassword: TPanel;
Edit1: TEdit;
btnOk: TBitBtn;
BitBtn1: TBitBtn;
OpenDialog: TOpenDialog;
Gauge: TGauge;
Panel2: TPanel;
Edit2: TEdit;
Label3: TLabel;
Button1: TButton;
procedure aCloseExecute(Sender: TObject);
procedure FormShow(Sender: TObject);
procedure aEncryptExecute(Sender: TObject);

```

procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure btnOkClick(Sender: TObject);
procedure aPasswordExecute(Sender: TObject);
procedure aInsertExecute(Sender: TObject);
procedure aDecryptExecute(Sender: TObject);
procedure aPlayExecute(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure aAboutExecute(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  F: TextFile;
  { Public declarations }
end;

var
  frmMain: TfrmMain;

implementation

uses About;

{$R *.dfm}

procedure TfrmMain.aCloseExecute(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TfrmMain.FormShow(Sender: TObject);
var
  i: Integer;

```

```

S: String;
begin
try
Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Началоработы');
Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Подключаетсясписокфайлов
c:\VideoEncrypt\Files\list.txt');
AssignFile(F,'c:\VideoEncrypt\Files\list.txt');
Reset(F);
i :=0;
while not Eof(F) do begin
ReadLn(F,S);
StringGrid.Cells[0,i] := S;
i := i+1;
Next;
end;
CloseFile(F);
Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Списокфайлов c:\VideoEncrypt\Files\list.txt
подключен');
except
ShowMessage('Файл данных не найден!');
end;
end;

procedure TfrmMain.aEncryptExecute(Sender: TObject);
var
S, P: String;
begin
try
S := StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row];
P := StringGrid.Cells[1, StringGrid.Row];
Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Шифрованиефайла '+S+' спаролем '+P+'
начато');

```

```

    CriptFile(S,"P,CF_AutoRename or CF_ShowProgress or CF_DeleteSource,@Gauge);
finally
    Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Шифрование файла '+S+' с паролем '+P+'
завершено');
    ShowMessage('Файл зашифрован');
    Gauge.Progress := 0;
end;
end;

procedure TfrmMain.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
    pPassword.Visible := False;
end;

procedure TfrmMain.btnOkClick(Sender: TObject);
begin
    Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+'                               Установка пароля файлу
'+StringGrid.Cells[0,StringGrid.Row]);
    StringGrid.Cells[1,StringGrid.Row] := Edit1.Text;
    pPassword.Visible := False;
end;

procedure TfrmMain.aPasswordExecute(Sender: TObject);
begin
    pPassword.Visible := True;
end;

procedure TfrmMain.aInsertExecute(Sender: TObject);
begin
    if OpenFileDialog.Execute then begin
        StringGrid.Cells[0,StringGrid.Row] := OpenFileDialog.FileName;
    end;
end;

```

```

Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+'
добавленв список');
end;

procedure TfrmMain.aDecryptExecute(Sender: TObject);
var
  S, P: String;
begin
  try
    S := StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row]+'.cript';
    P := StringGrid.Cells[1, StringGrid.Row];
    Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Расшифровка файла '+S+' спаролем '+P+'
начата');
    DeCRIPTFile(S,"P,CF_AutoRename or CF_ShowProgress or CF_DeleteSource,@Gauge);
  finally
    Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+' Расшифровка файла '+S+' спаролем '+P+'
завершена');
    StringGrid.Cells[1,StringGrid.Row] := '';
    ShowMessage('Файл расшифрован');
    Gauge.Progress := 0;
  end;
end;

procedure TfrmMain.aPlayExecute(Sender: TObject);
begin
  if FileExists(StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row]) then begin
    MediaPlayer.FileName := StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row];
    MediaPlayer.Open;
    ShowMessage('Файл загружен. Нажмите Play для просмотра');
  //MediaPlayer.Play;
  end
  else begin

```

```

    if FileExists(StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row]+' .cript') then begin
ShowMessage('Файл зашифрован. Введите пароль для просмотра');
Panel2.Visible := True;
    end else ShowMessage('Файл отсутствует');
end;
end;

procedure TfrmMain.Button1Click(Sender: TObject);
var
    S, P: String;
begin
    if Edit2.Text = StringGrid.Cells[1, StringGrid.Row] then begin
        try
            S := StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row]+' .cript';
            P := Edit2.Text;
            Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+'    Расшифровка файла    '+StringGrid.Cells[0,
StringGrid.Row]+' с паролем '+P+' начата');
            Panel2.Visible := False;
            DeCryptFile(S, P, CF_AutoRename or CF_ShowProgress or CF_DeleteSource, @Gauge);
        finally
            Memo.Lines.Add(DateTimeToStr(now)+'    Расшифровка файла    '+StringGrid.Cells[0,
StringGrid.Row]+' с паролем '+P+' завершена');
            Gauge.Progress := 0;
            StringGrid.Cells[1, StringGrid.Row] := '';
            MediaPlayer.FileName := StringGrid.Cells[0, StringGrid.Row];
            MediaPlayer.Open;
            ShowMessage('Файл загружен. Нажмите "Play" для просмотра');
        end;
    end else ShowMessage('Вы ввели неверный пароль. Повторите попытку');
end;

procedure TfrmMain.aAboutExecute(Sender: TObject);

```

```
begin
  with TfrmAbout.Create(Application) do begin
    try
      ShowModal;
    finally
      Free;
    end;
  end;
end;
end;

end.
```