

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство внутренних дел Российской Федерации

Московский университет Министерства внутренних дел
Российской Федерации имени В.Я. Кикотя



П. В. Орехов, Д. В. Галиев

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебное пособие



Москва
Московский университет
МВД России имени В.Я. Кикотя

2021



УДК 004.032.6

ББК 32.971

О-65

Рецензенты:

старший научный сотрудник 4-го отдела НИЦ № 2

ВНИИ МВД России **Д. А. Винник;**

заместитель начальника полиции УВД по СВАО

ГУ МВД России по г. Москве **А. С. Благоразумов**

Орехов, П. В.

О-65 **Мультимедийные технологии** : учебное пособие /

П. В. Орехов, Д. В. Галиев. – М. : Московский университет
МВД России имени В.Я. Кикотя, 2021. – 100 с.

ISBN 978-5-9694-0995-8

В учебном пособии изложены основные положения курса «Мультимедийные технологии», подробно рассмотрены правовые аспекты цифровой обработки оперативно-разыскной информации, основы визуализации и образного анализа оперативных аудиоданных, векторная и растровая графика, формирование цифровых изображений в практике оперативно-разыскной деятельности, монтаж видеоматериалов, представленных в цифровом виде. Рассмотрены специфика использования мультимедийных приложений как в деятельности сотрудников органов внутренних дел, так и в иных различных областях.

УДК 004.032.6

ББК 32.971

ISBN 978-5-9694-0995-8

© Московский университет

МВД России имени В.Я. Кикотя, 2021

© Орехов П. В., Галиев Д. В, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Правовые аспекты цифровой обработки оперативно-разыскной информации	6
§ 1. Основные задачи мультимедийной обработки информации.....	6
§ 2. Методические аспекты цифровой обработки акустических, фото- и видеоматериалов	18
Глава 2. Основы визуализации и образного анализа оперативных аудиоданных	26
§ 1. Особенности восприятия и образования речевого сигнала	27
§ 2. Основы визуализации речевого сигнала.....	34
Глава 3. Введение в векторную и растровую графику	45
§ 1. Векторная графика.....	47
§ 2. Растровая графика	48
§ 3. Формирование оперативных материалов на основе графических данных	50
Глава 4. Формирование цифровых изображений в практике оперативно-разыскной деятельности.....	61
§ 1. Принцип создания цифрового видеосигнала	64
§ 2. Сравнение пленочной технологии фотографирования и цифровой. Основы пленочной фотографии	67
§ 3. Основные характеристики цифрового видео	72
§ 4. Характеристики цифровых изображений.....	76
Глава 5. Монтаж видеоматериалов, представленных в цифровом виде.....	77
§ 1. Телевизионные стандарты	77
§ 2. Теория монтажа видео.....	89
§ 3. Редакторы видео.....	96
Библиографический список	99

ВВЕДЕНИЕ

Особенности борьбы с организованной преступностью, появление ее ранее неизвестных качеств, формирование нового поколения специальных технических средств негласного получения информации, тактических приемов их применения стимулировали динамичное развитие такого направления оперативно-разыскной деятельности, как техническая разведка. Сегодня она выступает в качестве эффективного средства «информационного» проникновения в криминальную среду, добывания ценной оперативно-разыскной информации, документирования преступных деяний. Однако сложные условия проведения соответствующих оперативно-разыскных мероприятий (в том числе осуществляемое организованными преступными группами целенаправленное техническое противодействие) нередко приводят к получению некачественных оперативных акустических (речевых), фото- и видеоматериалов. Это обуславливает неизбежные потери значимой оперативной информации и в конечном счете, снижает эффективность оперативно-разыскной деятельности.

Так, по оценкам экспертов, сегодня из всего объема информации, получаемой в ходе проведения оперативно-разыскных мероприятий с применением специальных технических средств, используется лишь 20–25 %; оставшаяся часть имеет такое качество, что нередко недоступна непосредственному восприятию. Вот почему задача повышения качества оперативно-разыскной информации в целях увеличения полноты ее содержания, достоверности, оперативности в условиях противодействия организованной преступности, ограниченного ресурсного обеспечения в настоящее время является достаточно актуальной.

Сегодня одним из действенных инструментов повышения качества результатов проведения оперативно-разыскных мероприятий, получения дополнительной информации, формирования материалов для осуществления разнообразных оперативных комбинаций выступают мультимедийные компьютерные технологии. С их помощью возможно повышение словесной разборчивости оперативных фонограмм, бесключевое дешифрование (восстановление разборчивости) намеренно искаженных или «закрытых» речевых сообщений, улучшение качества фото- и видеоматериалов, создание условий достоверной идентификации и диагностики субъектов и объектов оперативного интереса, выявление признаков фальсификации получаемой из различных источников акустической, фото- и видеоинформации и т. д. Вместе с тем в настоящее время возможности мультимедийных компьютерных технологий в работе оперативных подразделений органов внутренних дел практически не используются.

В связи с этим основной задачей изучения дисциплины «Мультимедийные технологии» является подготовка сотрудников, владеющих методикой и приемами цифровой обработки оперативно-разыскной информации с использованием современных мультимедийных компьютерных технологий.

ГЛАВА 1

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ОПЕРАТИВНО-РАЗЫСКНОЙ ИНФОРМАЦИИ

§ 1. Основные задачи мультимедийной обработки информации

Под термином «цифровая обработка» или «мультимедийная обработка» понимается определенная последовательность технологических операций, выполняемая с помощью компьютера над оперативной акустической, фото- или видеоинформацией. В соответствии с концепцией преподавания дисциплины в дальнейшем речь пойдет, главным образом, только о двух направлениях или двух составляющих мультимедийной обработки оперативно-разыскной информации. Задачей первой выступает повышение качества оперативно-разыскной информации для уяснения ее смыслового содержания, увеличения полноты восприятия, оценки достоверности и т. п., т. е. извлечение «дополнительной» информации из полученных акустических, фото- и видеоматериалов, которая нередко недоступна при их непосредственном изучении. Задачей второй составляющей является формирование «новой» информации с целью ее последующего использования в оперативно-разыскных действиях.

Подобная обработка, как правило, складывается из оценки состояния и содержания оригинала носителя информации, полученного, например, в результате проведения оперативно-разыскного мероприятия, формирования его «цифровой» копии, постановки и реализации задач по преобразованию отдельных элементов или всего содержания копии в целях дальнейшего использования получаемых материалов в оперативно-разыскной деятельности.

Необходимо заметить, что до настоящего времени в нормативных актах МВД России, посвященных регулированию оперативно-разыскной деятельности, проблемы мультимедийной обработки оперативно-разыскной информации практически не рассматривались. В связи с этим на первое место выступает вопрос о правомерности цифровой обработки результатов оперативно-разыскных мероприятий, юридическом статусе получаемых материалов, направлениях и порядке их дальнейшего использования.

Итак, основной задачей первой составляющей мультимедийной обработки является повышение качества оперативно-разыскной информации. Очевидно, любые операции цифровой обработки фонограмм или изобразительных материалов (за исключением операций «цифрового» копирования) вносят в их содержание некоторые изменения так, что производное акустическое сообщение или изображение всегда выступает в той или иной степени «искаженным» в сравнении с оригиналом. В принципе «подправленное» в результате предварительной обработки акустическое сообщение или изображение часто может даже более адекватно отображать реальный объект или событие в сравнении с оригиналом. Например, фотография, выполненная неопытным фотографом, который ошибся в установке экспозиции, может создать полное впечатление о том, что произошедшее ясным днем событие на самом деле имело место вечером или даже ночью. И в этом случае коррекция яркости и контрастности изображения может только усилить адекватность отображения реальности. Однако объективность фиксации события с помощью «неодушевленного» технического средства, одного из важнейших атрибутов документирования в оперативно-разыскной деятельности, будет утрачена вследствие внесения в изображение субъективного начала его корректора. В связи с этим с точки зрения обеспечения объективности документирования преступной

деятельности, сохранения целостности (неизменности) информации, зафиксированной с помощью специального технического средства, на основе которой, например, осуществляется формирование доказательств по уголовным делам, никакие операции последующей обработки результатов оперативно-разыскной деятельности не являются правомерными.

Вместе с тем повторим, что адекватность отображения реального субъекта, объекта или события, а следовательно, и достоверность его последующего восприятия в результате предварительной обработки акустических, фото- и видеоматериалов может быть увеличена.

Приведем лишь два характерных примера. В процессе шумочистки фонограмм иногда удается значительно повысить их словесную разборчивость, которая позволяет установить неясное ранее содержание зафиксированных в ходе скрытого акустического контроля переговоров. Повышение резкости фотоматериалов, «проявляющее» облик проверяемого или разрабатываемого, создает условия достоверного отождествления его личности на их основе.

Здесь операции цифровой обработки, по существу, выполняют сходные функции, что и исследователь, многократно прослушивающий фонограмму или просматривающий видеозапись и заставляющий себя абстрагироваться от помех для выяснения их содержания. Тем самым исследователь за счет интеллектуальных усилий, адаптации органов чувств пытается воссоздать «очищенный» от дефектов мысленный образ содержания фонограммы или видеозаписи для адекватного восприятия отображаемого субъекта, объекта или события. В результате же предварительной цифровой обработки, которая часто носит итеративный характер, формируется не мысленный, а реальный «очищенный» образ. Особенности представления «цифрового»

звука и изображения делают мультимедийные технологии мощным инструментом, значительно усиливающим способности исследователя в подобном анализе оперативно-разыскной информации.

Конечно, степень преобразования отдельных элементов акустической или визуальной информации для некоторых операций предварительной обработки может быть выбрана чрезмерной. Тогда будет искажено смысловое содержание материала и, соответственно, нарушена адекватность его отражения реально-сти. К сожалению, сегодня не представляется возможным четко определить какие-либо формальные критерии, устанавливающие допустимые виды и «глубину» операций предварительной обработки, при которых адекватность отображаемого акустическими, фото- или видеоматериалами субъекта, объекта или события еще не нарушается. В настоящее время такими критериями могут выступать только интуиция, опыт и правосознание оперативного сотрудника. В связи с этим содержание полученных в ходе подобной цифровой обработки материалов – результатов оперативно-разыскной деятельности может рассматриваться лишь как ориентирующая информация и использоваться для планирования и осуществления последующих оперативно-разыскных действий.

В силу этого очевидным выступает требование проведения цифровой обработки только копий оперативно-разыскных акустических, фото- и видеоматериалов с обязательным сохранением самих оригиналов. Соблюдение подобной процедуры представляет основу проверки и оценки корректности предварительной обработки акустического сообщения или изображения: установления отсутствия утраты или искажения их деталей, фрагментов и признаков, существенных для адекватного восприятия отображаемого субъекта, объекта или события.

В действительности некоторые задачи, характерные для подобной обработки оперативно-разыскной информации, уже длительное время решаются при производстве экспертиз звукозаписей и видеозаписей. Однако цели рассматриваемых процессов существенно различаются. Проведение криминалистической фоноскопической или экспертизы видеозаписей является одним из предусмотренных уголовно-процессуальным законодательством способов проверки результатов оперативно-разыскной деятельности, основная цель которой заключается в установлении соответствия зафиксированной информации фактическим событиям. Еще раз заметим, что одной из основных задач предварительной обработки выступает получение дополнительной ориентирующей информации, которая, как правило, недоступна при непосредственном восприятии низкокачественных, намеренно искаженных или «закрытых» акустических, фото- или видеоматериалов – результатов проведения оперативно-разыскных мероприятий. Различие в целях определяет и значительную разницу в требованиях к субъекту исследования и используемым техническим средствам. Если, например, проводящий фоноскопическую экспертизу специалист должен обладать знаниями «...по общему языкознанию, истории развития и диалектике русского языка, физиологии и психологии речи, логопедии, акустике речи, основам теории вероятностей и математической статистики»¹, то выполнение многих операций предварительной обработки доступно и неспециалисту в соответствующей области. Если при производстве экспертиз должны применяться сертифицированные Госстандартом России

¹ Использование результатов оперативно-разыскной деятельности на предварительном следствии и дознании : учебное пособие / [А. Я. Марков и др.], под ред. А. Я. Маркова. 2-е изд. М. : МЦ при ГУК и КП МВД России, 1998.

метрологически аттестованные аппаратно-программные комплексы, высокоточные приборы для анализа акустических и видеосигналов, специализированное программное обеспечение и т. п., то большинство операций мультимедийных технологий реализуются с помощью персонального компьютера со средними техническими характеристиками и стандартной комплектацией.

Не менее существенной является и высокая трудоемкость, а значит, и длительность проведения криминалистических экспертиз. Например, при фильтрации зашумленных фонограмм «производительность» эксперта обычно составляет 5–10 минут «очищенной» фонограммы в день¹. Традиционная загруженность экспертно-криминалистической службы, наличие соответствующих лабораторий менее, чем в половине главных управлений и министерств органов внутренних дел субъектов федерации, фактически исключают возможность оперативного решения рассматриваемых задач.

Эти обстоятельства, в частности, определяют важнейшие преимущества и актуальность внедрения обсуждаемых технологий в практику работы оперативных подразделений органов внутренних дел.

Несмотря на то что предварительная обработка нарушает целостность (неизменность) информации, в ряде ситуаций представляется целесообразным представление в органы дознания, следователю, прокурору и в суд не только оригиналов фото- и видеоматериалов, полученных в процессе осуществления оперативно-разыскной деятельности, но и «подправленных», скорректированных копий.

¹ Симаков В. В., Тимофеев И. Н. Методические основы идентификации личности при криминалистическом исследовании фонограмм в экспертно-криминалистических подразделениях МВД России. URL: <http://www.estra.ru>. 1999.

Как уже отмечалось, подобные ситуации часто складываются в результате проведения оперативно-разыскных мероприятий по скрытому акустическому или визуальному контролю в сложных условиях: сильной реверберации («гулкости») помещений, плохой освещенности, значительном удалении объекта и т. п., когда низкое качество полученных акустических, фото- или видеоматериалов существенно затрудняет восприятие отображаемого субъекта, объекта или события. Здесь изучение оригиналов и «подправленных» копий с обязательным указанием видов операций проведенной предварительной обработки, их сопоставительный анализ могут оказать существенную помощь участникам уголовного процесса в более полном, всестороннем и объективном установлении обстоятельств уголовного дела.

Иные правовые предпосылки могут быть установлены для второй составляющей мультимедийных технологий, задачей которой выступает не столько получение дополнительной ориентирующей информации, а создание новой информации для использования в процессе оперативно-разыскной деятельности. Речь идет о совокупности операций цифровой обработки, с помощью которых формируются звуковые сигналы с заданными параметрами, осуществляется монтаж акустических, фото- или видеоматериалов. Подобные материалы могут успешно использоваться для подтверждения «правдоподобности», «достоверности» легенды, а иногда и в качестве ключевого элемента легенды, образующего основу проведения разнообразных оперативных комбинаций.

Попытаемся определить основное необходимое условие правомерности использования оперативно-разыскных материалов, полученных в результате цифрового монтажа. Напомним, что важнейшим конституционным принципом оперативно-разыскной деятельности является принцип уважения и соблю-

дения прав и свобод человека и гражданина. Соблюдение этого принципа в процессе осуществления оперативно-разыскной деятельности распространяется как на законопослушных членов общества, так и на лиц, замышляющих, подготавливающих и совершающих преступления. При этом в соответствии с Конституцией Российской Федерации ряд прав и свобод человека и гражданина носит неотъемлемый характер, т. е. не может ограничиваться ни при каких условиях. В их число входят право каждого на жизнь, охрану здоровья и достоинства личности, право частной собственности и некоторые другие. Использование рассматриваемых материалов опосредованно через соответствующие действия (реакцию) вовлеченных в оперативную комбинацию лиц может стать причиной ущемления этих прав, ответственность за которую несет оперативный сотрудник – инициатор проведения комбинации. В связи с этим, на наш взгляд, необходимое условие допустимости использования в оперативно-разыскной деятельности подвергшихся монтажу материалов может быть сформулировано следующим образом. Это – отсутствие вредных последствий (в контексте нарушения неотъемлемых прав и свобод человека и гражданина) от действий проверяемых или разрабатываемых после их ознакомления с соответствующими оперативно-разыскными материалами.

Известно, что оперативная комбинация представляет собой комплекс действий, объединенных единым замыслом, легендой и направленных на решение конкретной задачи обнаружения, предотвращения или раскрытия преступления¹. В проведении оперативных комбинаций, в частности, находит отражение один из основных законодательно закрепленных специальных принципов оперативно-разыскной деятельности – принцип конспира-

¹ Оперативно-разыскная деятельность : учебник / под ред. К. К. Горяинова, В. С. Овчинского, А. Ю. Шумилова. М. : ИНФРА-М, 2001.

ции. Его содержание трактуется как указание на необходимость и легитимность применения в процессе осуществления оперативно-разыскной деятельности правил и приемов, позволяющих сохранить в тайне от окружающих, от причастных к совершению преступлений лиц, действия оперативных подразделений по выявлению, предупреждению, пресечению и раскрытию преступлений¹. Необходимость же сохранения в тайне оперативно-разыскных действий, в частности, обусловливается потребностью принятия адекватных мер борьбы с преступлениями, которые готовятся и совершаются в условиях неочевидности. Таким образом, тайным способам совершения преступлений государство противопоставляет негласные способы их раскрытия.

До настоящего времени в теории оперативно-разыскной деятельности не сложились единообразные подходы к определению пределов и целевой направленности оперативной комбинации; в специальной литературе приводятся их различные классификации. Например, известный в теории оперативно-разыскной деятельности ученый В. Г. Самойлов по характеру и психологической направленности легенды все оперативные комбинации разделил на две группы².

К первой группе он отнес комбинации, цель проведения которых заключается в том, чтобы заранее разработанной легендой и мероприятиями, ее подкрепляющими, ввести в заблуждение проверяемое или разрабатываемое лицо, усыпить его настороженность и заставить его поверить в то, что искусственно создан-

¹ Федеральный закон «Об оперативно-разыскной деятельности» : научно-практический комментарий / под ред. проф. В. В. Николюка, доц. В. В. Кальницкого, А. Е. Чечетина. 3-е изд., испр. и допол. М. : МЮИ МВД России, 1998.

² Симаков В. В., Тимофеев И. Н. Методические основы идентификации личности при криминалистическом исследовании фонограмм в экспертно-криминалистических подразделениях МВД России. URL: <http://www.estra.ru>. 1999.

ные оперативными сотрудниками условия возникли естественным путем. Поверив в это, проверяемый или разрабатываемый не придает значения и тем мероприятиям, которые направлены на решение оперативно-тактической задачи, если они не противоречат легенде. К этой группе относятся комбинации, применяемые с целью зашифровки негласного сотрудника, осмотров, опросов и других негласных мероприятий, реализации данных, полученных из негласных источников и т. п.

Ко второй группе В. Г. Самойлов отнес комбинации, проведением которых проверяемый или разрабатываемый побуждается к активным действиям, например, ускоряющим и облегчающим его обнаружение, задержание или изобличение. К этой группе могут быть причислены комбинации, используемые для побуждения проверяемого или разрабатываемого выявить себя как лицо, причастное к совершению преступления, изъять из тайника оружие, ценности, похищенное имущество с целью выгодно продать, перепрятать, для задержания его в этот момент с поличным и т. п.

Воспользуемся приведенной классификацией и в контексте рассматриваемых вопросов отметим следующее. Очевидно, любые поступки людей, в том числе проверяемых или разрабатываемых лиц, их поведение, образ действий зависят, в частности, от различных побуждений, которые в значительной мере формируются под воздействием окружающих условий, складывающейся ситуации. Информация, поступающая к ним в ходе проведения оперативных комбинаций, побуждает подозреваемых к размышлениям и выбору определенной линии поведения. В этом отношении проведение оперативных комбинаций первой группы не направлено и не имеет цели инспирировать какие-либо действия проверяемого или разрабатываемого. Напротив, проведение оперативных комбинаций второй группы имеет целью

побудить подозреваемого к активным поступкам в желательном для инициаторов комбинации направлении.

Таким образом, проведение оперативных комбинаций первой группы направлено на зашифровку личности субъекта, осуществляющего оперативно-разыскную деятельность, зашифровку оперативно-разыскного мероприятия, создание ситуации, не вызывающей настороженности проверяемого или разрабатываемого. В этом смысле оказываемое соответствующими материалами воздействие можно назвать «пассивным». Кроме того, при решении задач борьбы с преступностью оперативные подразделения имеют право «использовать в целях конспирации документы, зашифровывающие личность должностных лиц, ведомственную принадлежность предприятий, учреждений, организаций, подразделений, помещений и транспортных средств органов, осуществляющих оперативно-разыскную деятельность, а также личность граждан, оказывающих им содействие на конфиденциальной основе»¹. Очевидно, что использование полученных в результате цифрового монтажа акустических, фото- или видеоматериалов при проведении оперативных комбинаций первой группы можно рассматривать как правомерное.

Поскольку целью проведения оперативных комбинаций второй группы выступает активизация действий подозреваемого, решение вопроса о допустимости использования подвергшихся монтажу материалов существенно осложняется. К сожалению, в рассматриваемой ситуации ранее сформулированное необходимое условие допустимости – отсутствие вредных последствий от использования подобных материалов приобретает вероятностный характер. А именно: отсутствие в прогнозируемых действи-

¹ Федеральный закон от 12 августа 1995 г. № 144-ФЗ «Об оперативно-разыскной деятельности» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 33, ст. 3349, ст. 15, ч. 4.

ях проверяемого или разрабатываемого, например, угрозы жизни и здоровью окружающих лиц. Однако точность такого прогноза во многом зависит от степени информированности оперативно-го сотрудника, точности созданного психологического портрета подозреваемого и т. п. и в большинстве случаев не может быть оценена достоверно. Реакция проверяемого или разрабатываемого может не совпасть с планируемой инициатором оперативной комбинацией, а в действиях подозреваемого – содержать угрозу окружающим лицам, их конституционным правам. Кроме того, в действующих нормативных актах, устанавливающих основы тактики оперативно-разыскной деятельности, не определяются пределы, типовые виды оперативных комбинаций, не приводятся какие-либо методические рекомендации по их планированию и проведению. В силу этих причин вопрос о правомерности использования подвергшихся монтажу материалов при проведении оперативных комбинаций второй группы не может быть решен однозначно.

Например, не вызывает сомнений правомерность использования рассматриваемых материалов, когда оперативный сотрудник действует в рамках института крайней необходимости уголовного законодательства. Так, допустимым является использование сформированного с помощью мультимедийных технологий сложного акустического сигнала в оперативной комбинации по подавлению работы нелегальной радиосети организованной преступной группы террористической направленности¹ (дополнительную правовую основу здесь представляет и норма Федерального закона «Об оперативно-розыскной деятельности», делегировавшая оперативным подразделениям в определенных обстоятельствах право на прерывание услуг связи). В то же вре-

¹ Каретников М. К., Жук И. А. Особенности скрытого контроля нелегальных радиосетей // бюллетень «Оперативно-розыскная работа». 2000. № 4. С. 19–25.

мя в иных ситуациях, образующих большинство случаев проведения оперативных комбинаций второй группы, правомерность использования материалов, подвергшихся цифровому монтажу, представляется весьма спорной.

§ 2. Методические аспекты цифровой обработки акустических, фото- и видеоматериалов

В современных условиях, когда преступность в России приобрела широкий масштаб и стала серьезной угрозой стабильности в обществе, важное значение приобретают вопросы, связанные с применением информационно-технических методов и средств борьбы с преступностью. Особое место сегодня в практической деятельности оперативных подразделений занимают вопросы использования мультимедийных технологий в процессе оперативной разработки организованных преступных групп, раскрытии и расследовании совершенных преступлений.

В течение длительного времени видео- и звукозаписи применялись во многих областях деятельности правоохранительных органов как средства фиксации тех или иных процессов и способы объективного контроля хода и результатов действий¹. Причем под применением таких записей понималась не только запись динамических и статических изображений или звука, но и обработка этих материалов с той или иной целью, а также их воспроизведение или просмотр при дознании, на предварительном следствии, в ходе судебного заседания.

Применение видео- и звукозаписи позволяло и позволяет достичь большей полноты, всесторонности и объективности при расследовании преступлений, их предотвращении и профилактике. Важным достоинством видео- и звукозаписи является

¹ Газизов В. А., Филиппов А. Г. Видеозапись и ее использование при раскрытии и расследовании преступлений. М. : Щит-М, 1998.

то, что с ее помощью возможна фиксация не только звуковой и визуальной информации, но и эмоционального состояния лиц. Прослушивание фонограмм и просмотр видеозаписи значительно облегчают восприятие соответствующей информации, создают эффект присутствия в реальном, имевшем место событии.

В настоящее время скрытый акустический и визуальный контроль является острым и эффективным оружием оперативно-разыскной деятельности. Особенно это стало заметным в последние годы в связи с появлением и бурным развитием таких технических средств, как малогабаритные цифровые диктофоны, фото- и видеокамеры, акустические и видеозакладные устройства и т. п., в которых реализованы цифровые методы представления и обработки сообщений, позволяющие накапливать, обрабатывать и пересылать оцифрованную оперативно-разыскную информацию с помощью компьютерных систем и сетей.

Однако имеющееся сегодня стандартное программное обеспечение обработки акустических и видеосообщений не в полной мере можно применить к решению достаточно большого круга задач добывания, защиты и использования оперативных данных, стоящих на повестке дня перед оперативными подразделениями органов внутренних дел. Поэтому необходимы проработка и внедрение новых методов цифровой обработки аудио- и видеосигналов.

К числу таких задач относятся как и хорошо известные задачи, так и новые, которые своим рождением обязаны широкому внедрению передовых информационных технологий в различные направления деятельности современного общества.

К первым можно отнести:

1. Сжатие речевых и видеосигналов с заданным коэффициентом компрессии при сохранении максимальной комфортности восприятия восстановленной информации:

- в системах оперативной цифровой сотовой и телефонной связи, аудио- и видеоконференцсвязи, компьютерной телефонии, Internet телефонии, специальной аудиовидеосвязи и т. п.;

- в персональных компьютерах, цифровых автоответчиках, цифровых диктофонах и т. п.;

- в радио и проводных закладных устройствах с накоплением акустической и видеoinформации, интеллектуальных технических системах охраны.

2. Очистка видеосообщений и речи от шумов и помех, повышение комфортности и качества восприятия искаженных сигналов:

- шумоочистка и удаление помех из акустических и видеосигналов, принятых из каналов связи, в том числе и стереошумоочистка;

- реставрация испорченных акустических фонограмм и видеозаписей;

- восстановление пропущенных и искаженных участков речевого сигнала в системах компьютерной, сотовой и проводной телефонии (в том числе и в Internet-телефонии) и видеосигнала в системах видеоконференцсвязи.

3. Идентификация и верификация личности по голосу или лицу и индивидуальным физическим и психологическим признакам (компьютерная фоноскопия, прикладная лингвистика и психология).

4. Определение эмоционального состояния личности по речевому и видеосигналу (речевые и видеополиграфы).

5. Распознавание ключевых слов и фраз в речевом сигнале и ключевых видеообразов в видеосигнале.

Ко вторым относятся:

- изменение голоса говорящего, изменение смысла и/или эмоциональной окраски речевых сообщений (голосовая дезинформация, монтаж фонограмм);

- изменение окружающей обстановки, введение новых действующих лиц и предметов (видеодезинформация);
- определение сигналов дистанционного тонального или импульсного управления различными устройствами в телефонном и видеоканалах (например, определение номера исходящего или набранного телефонного звонка) или имитация подобных сигналов;
- выявление недеklarированных сигналов запрета работы аппаратуры речевой и видеосвязи и предотвращение установки «полицейского» режима и/или имитация таких сигналов;
- идентификация параметров конкретной аудиовидеозаписывающей или воспроизводящей аппаратуры или имитация подобных следов;
- определение акустических и видеоследов конкретной обстановки, в которой производилась запись и/или имитация подобных следов;
- оценка эффективности защиты акустической или видеoinформации с помощью имеющихся специальных технических средств.

Конечно, содержание вышеприведенных задач в большей мере касается акустической (речевой) составляющей оперативно-разыскной информации, но в той или иной мере их можно отнести и к ее видеокомпоненту, что в принципе и было сделано.

В соответствии с целями и задачами изучения дисциплины остановимся на двух из наиболее часто встречающихся направлений применения цифровой обработки фото- и видеоизображений в оперативно-разыскной деятельности органов внутренних дел. Первое – это повышение качества, «ретуширование» фотографий или видеосюжетов, используемых для включения в автоматизированные оперативно-разыскные учеты и последующего

отождествления личности; второе – заключается в формировании (монтаже) необходимых фото- или видеоматериалов, которые могут быть использованы при проведении разнообразных оперативных комбинаций.

Напомним, что целями проведения оперативно-разыскного мероприятия «Отождествление личности» (сыскное опознание человека) являются установление и идентификация лица (неопознанного трупа) по индивидуализирующим его статистическим (пальцевым отпечаткам, составу крови и слюны, следам запаха и следам, оставленным на месте происшествия и пр.) и динамическим (походке, жестикуляции, мимике и пр.) признакам, а равно при помощи словесного портрета (фоторобота) и других способов, позволяющих с достаточной степенью вероятности опознать человека для решения конкретных задач оперативно-разыскной деятельности¹. По характеру проведения различают два основных вида отождествления – непосредственное и опосредованное. Одной из наиболее распространенных форм опосредованного отождествления личности является оперативное отождествление по признакам внешности. Часто такое отождествление личности или конспиративное опознание лица проводится с применением фото- и видеоматериалов на которых запечатлен опознаваемый. Используемые при проведении мероприятия фото- и видеоматериалы могут быть получены оперативным сотрудником из различных источников, в том числе в процессе проведения предыдущих оперативно-разыскных мероприятий: наведения справок, наблюдения и т. д.

Главной целью цифровой обработки фото- и видеоизображений, используемых в ходе отождествления личности, является

¹ Оперативно-розыскная деятельность : учебник / под ред. К. К. Горяинова, В. С. Овчинского, А. Ю. Шумилова. М. : ИНФРА-М, 2001.

повышение достоверности сыскного опознания. Повторим тезис о том, что такая обработка изображения, как правило, вносит в него некоторые изменения. Следовательно, производное изображение всегда выступает в той или иной степени «искаженным» в сравнении с оригиналом. Однако несмотря на это, квалифицированная цифровая обработка фото- и видеоматериалов во многих ситуациях может повысить именно достоверность отождествления. Прежде всего, это достигается созданием благоприятных условий восприятия опознающим лицом используемого изображения за счет улучшения его качества, удаления несущественных деталей и т. п., т. е. путем внесения изменений, которые существенно не затрагивают собственно образ опознаваемого.

В общем случае основными задачами, которые решаются в процессе цифровой обработки фото- и видеоматериалов для отождествления личности, могут быть:

- улучшение яркости и/или контрастности изображения;
- повышение резкости изображения;
- изменение масштабов изображения;
- исключение несущественных деталей или фрагментов изображения, отвлекающих, рассеивающих внимание опознающего;
- исключение деталей или фрагментов изображения, которые не должен видеть опознающий (окружающих лиц, признаков места, времени проведения скрытой съемки и т. п., в процессе которой получены используемые при отождествлении материалы);
- частичное «ретуширование» изображения, приближающее его к условиям наблюдения опознаваемого (изменение ракурса наблюдения, характера фона, одежды, прически, удаление или формирование изображения очков, усов, бороды и т. п.).

Как уже отмечалось, фото- или видеоматериалы, полученные с помощью монтажа, могут успешно использоваться при проведении оперативных комбинаций по зашифровке личности субъекта, осуществляющего оперативно-разыскную деятельность, зашифровке оперативно-разыскного мероприятия и т. д. С их помощью может подтверждаться «правдоподобность», «достоверность» выбранной легенды; иногда такие материалы могут стать ключевым элементом легенды оперативной комбинации. Содержание материалов может иллюстрировать (подтверждать) такие факты легенды, как знакомства, встречи персонажей, пребывание или посещение лицом определенного места, учреждения, его пребывание в определенном месте в определенное время, участие лица в каких-либо событиях и т. п.

Так же как в предыдущем случае в качестве исходных материалов для монтажа могут использоваться фотографии и видеосюжеты, полученные в процессе проведения оперативно-разыскных мероприятий, материалы оперативно-разыскных учетов, любая полиграфическая продукция и пр. В ряде ситуаций распространенным приемом формирования «основного» монтажного слоя является инсценировка интерьера, события и его последующая съемка.

В общем случае основными задачами, которые решаются в процессе цифрового монтажа фото- и видеоматериалов для использования в процессе проведения оперативных комбинаций, могут быть:

- исключение из копий изображений отдельных субъектов или объектов;
- трансформация времени, места действия отображаемых событий;
- изменение некоторых признаков или деталей изображения субъектов или объектов;

— конструирование сюжетов на основе нескольких «цифровых» изображений.

В целом можно сделать следующие выводы. Во-первых, в ближайшем будущем решение задач добывания, обработки и использования акустической, фото- и видеосоставляющих оперативно-разыскной информации целиком и полностью будет опираться на компьютерные мультимедийные технологии. Во-вторых, создание соответствующих технологий возможно на основе новых методов цифровой обработки и анализа-синтеза акустических и видеосигналов, ориентированных, прежде всего, на программную реализацию в стандартных вычислительных средствах.

ГЛАВА 2

ОСНОВЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОБРАЗНОГО АНАЛИЗА ОПЕРАТИВНЫХ АУДИОДАНЫХ

С древнейших времен человек научился говорить, и возможность передавать информацию членораздельными звуками отличала его от животных. Речь – один из основных способов передачи информации в окружающем нас мире. Не являются исключением и преступные элементы нашего общества. Поэтому огромное значение уделяется получению аудиоданных или, проще говоря, речевым фразам, полученным во время проведения оперативно-разыскных мероприятий. Кроме того, не следует забывать и о возможности добывания различной информации о работе правоохранительных органов преступными элементами, т. е. встает задача не только о получении аудиоданных, но и о защите собственных.

Снятие речевой информации может происходить различными методами и способами:

- использование узконаправленного микрофона;
- использование закладок;
- использование различных звукофиксирующих устройств и пр.

Ограничениями на сегодняшний момент являются лишь технические возможности современной техники и фантазия человека ее применяющего.

В ходе проведения оперативно-разыскных мероприятий могут возникнуть различные задачи по обработке акустического сигнала.

Как правило, из-за отсутствия идеальных условий при перехвате акустических (речевых) составляющих качество записанных аудиоданных оставляет желать лучшего. Поэтому встает

одна из основных проблем: каким образом или, используя какие технологии, быстро, достаточно качественно и недорого обработать аудиоданные, чтобы можно было разобрать их смысловую составляющую.

В ходе проведения оперативно-разыскных мероприятий иногда возникает проблема с определением принадлежности аудиоданных тому или иному автору, т. е. необходимо определить (идентифицировать) автора. Это второй вопрос.

Третий вопрос, возникающий при проведении оперативно-разыскных мероприятий – обнаружение или внесение изменений речевого сообщения.

Еще один вопрос, который возникает при проведении оперативно-разыскных мероприятий – получение дополнительной информации из речевого сообщения с целью уточнения места его проведения, а также предотвращение получения такой информации.

§ 1. Особенности восприятия и образования речевого сигнала

У человека существуют следующие органы получения информации из окружающего мира: зрение, слух, вкус, обоняние, осязание.

Нас интересует слух. За это чувство отвечают наши уши. Рассмотрим, как они «работают» (рис. 2.1).

Любой звук представляет из себя распределяющиеся в пространстве волны определенной частоты.

Наружный слуховой проход играет роль трубы, проводящей звуковые волны. Всякое сотрясение, толчок, воздушная волна, идущие снаружи, проводятся через наружный слуховой проход до барабанной перепонки. Колебания этой перепонки передаются молоточку, который приводит в движение наковаль-

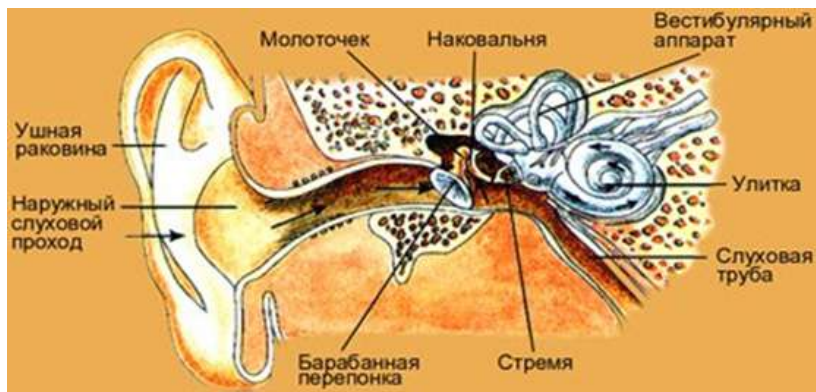


Рис. 2.1. Строение слухового прохода

ню и стремя. Это последнее толкает в овальное окно и приводит в колебание жидкость преддверия. Толчок, сообщенный жидкости преддверия, передается также перепончатым мешочкам лабиринта, а отсюда волнообразные колебания жидкости распространяются по всем частям лабиринта и служат раздражителем окончаний слухового нерва. Звуковые волны могут передаваться слуховому нерву не только через наружный слуховой проход, но и через кости черепа. Но и в этом случае звук передается внутреннему уху через барабанную полость и косточки. Слуховой нервный аппарат возбуждается только звуковыми колебаниями определенной амплитуды. Предел восприятия звукового ощущения лежит между 16–23 колебаниями в секунду, с одной стороны, и 40 960 колебаниями в секунду – с другой. Два быстро следующих друг за другом звука воспринимаются отдельно, если промежуток между ними не меньше 0,1 сек. Это ограничение возникает из-за инертности жидкости, находящейся внутри улитки, а также из-за «механических» ограничений, связанных с передачей дребезжания барабанной перепонки через молоточек → наковальню → стремя.

Слух человека обладает многими специфическими свойствами. Наука, которая занимается изучением особенностей восприятия звука человеком, называется психоакустикой.

Суть эффекта маскировки сводится к следующему. Более интенсивные речевые отрезки делают неслышимыми сигналы, появившиеся до них («маскировка вперед») и после них («маскировка назад»). Временной диапазон маскировки вперед простирается до 20 мс, а назад – до 150 мс. Кроме того, существует и частотная маскировка, когда в момент появления более интенсивного низкочастотного сигнала становится неслышимым более высокочастотный сигнал меньшей амплитуды.

Данный эффект нашел свое применение при компрессии звука, а также при стеганофонии (т. е. скрытой передаче информации, используя общедоступные каналы связи).

Бинауральный эффект. Наличие у человека двух ушей, разнесенных друг от друга на расстояние порядка 21 см, позволяет определять направление источника звука, его удаленность, размеры. В обычных условиях слух способен определять угловое перемещение источника звука в горизонтальной плоскости с точностью около 3–4°. При неподвижном источнике звука слух способен определить направление на него не точнее 12°, а по вертикали – 17–20°.

Такие локационные способности слуха называют бинауральным эффектом и объясняют одновременностью достижения звуковыми волнами каждого уха, неодинаковым уровнем звуковых давлений в слуховых проходах, особенностями тембров знакомых источников звуков и их изменений.

На самых низких частотах, ниже 300 Гц, бинауральный эффект практически отсутствует и ухо не фиксирует направление звука. На частотах от 300 до 1 КГц становится заметным сдвиг фаз звуковых волн, попадающих в правое и левое ухо. Мозг

мгновенно вычисляет, какому направлению может соответствовать эта разность, и таким образом определяет, откуда идет звук. На частотах более 1 КГц сдвиг фаз становится очень небольшим (длина волны уменьшается) и поиск направления осуществляется за счет сравнения силы звука приходящего с разных сторон.

На рис. 2.2. показаны два одинаковых громкоговорителя (АС)¹ 1 и 2, расположенные на расстоянии $2L$ один от другого. На расстоянии X от базы АС на оси симметрии расположен слушатель, уши которого находятся на расстоянии r_1 и r_2 от соответствующих АС.

Если на обе АС подать одинаковый сигнал, то звук от каждой АС достигнет ушей одновременно: правого – от АС1, а левого – от АС2. Идентичность звуков не позволит слуху разделить их в пространстве на левый и правый. Так, создается слуховая

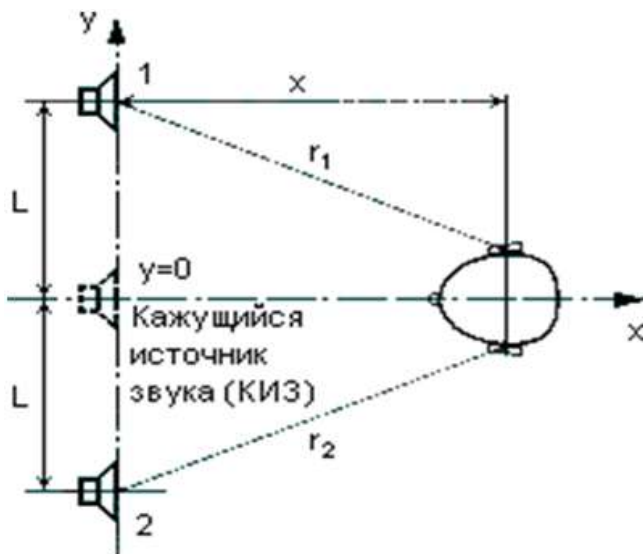


Рис. 2.2. Акустическая система, создающая бинауральный эффект

¹ АС – акустическая система.

иллюзия: визуальный (кажущийся) источник звука как бы находится в середине базы – между АС.

Если уменьшить громкость АС1, то это будет воспринято слухом как перемещение КИЗ¹ в сторону АС2 и наоборот. Таким образом, варьируя громкость звучания левой и правой АС, можно вызывать и поддерживать иллюзию перемещения КИЗ.

Аналогичную иллюзию перемещения КИЗ можно получить, создавая запаздывание звука в одной из АС. При этом виртуальный источник звука перемещается в сторону АС, излучающей звук с опережением по времени $\Delta t > 1,1$ мс.

Данный эффект применяется в шоу-бизнесе при проведении представлений в больших аудиториях.

Теперь рассмотрим особенности, связанные с образованием речи, так называемого речеобразования (рис. 2.3).

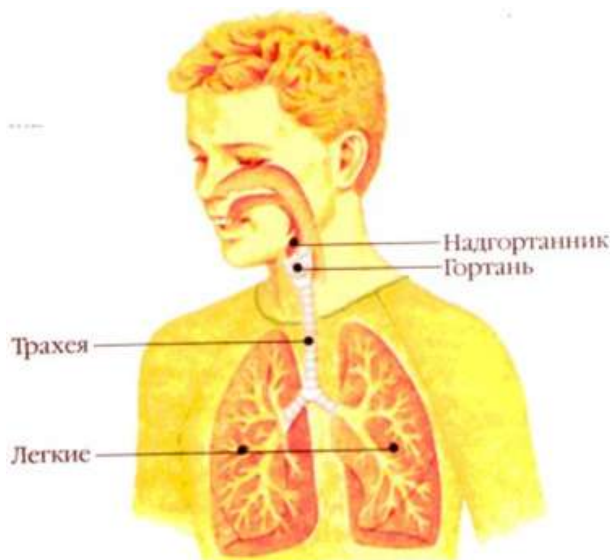


Рис. 2.3. Органы речеобразования

¹ КИЗ – кажущийся источник звука.

Анатомически речь формируется акустической трубой, состоящей из дыхательного (легкие, бронхи, трахея) и произносительного аппаратов (гортань с голосовыми связками, глотка, носовая и ротовая полости, язык, небо, губы). При разговоре грудная клетка расширяется и сжимается, прокачивая воздух из легких по трахее через голосовую щель. Звуки образуются при выдохе воздуха, проходя через голосовую щель, смыкая и размыкая голосовые связки, колебания которых модулируют звуковую волну. Частота смыкания-размыкания связок и представляет собой частоту основного тона речи. Если голосовые связки расслаблены, воздух свободно проходит через голосовую щель, не подвергаясь модуляции, и речь получается не озвученная. После голосовых связок воздушный поток проходит через глоточную и (или) носовую полости, производя при этом шум. Добравшись наконец до «выхода», поток воздуха излучается в пространство в виде акустических волн и, достигнув слухового аппарата человека, интерпретируется им как речь.

Таким образом, признаки индивидуального речеобразования можно разделить на две группы:

- анатомические (статические) – связанные с особенностями построения частей тела, участвующих в речеобразовании;
- артикуляционные (динамические) – связанные с особенностями работы центральной нервной системы.

Передаточная функция практически полностью характеризует индивидуальную геометрическую форму полостей речевого аппарата: задняя глоточная полость, сужение между языком и небом, передняя полость рта, сужение между губами и т. д. Основными параметрами здесь выступают характеристики четырех формантных областей (средняя частота, частотный диапазон, энергия), огибающая спектра, формантные траектории и производные от этих параметров.

Формантные траектории речи (горизонтально ориентированные узкие полосы) – гармоники частоты основного тона речи.

Частота импульсов возбуждения находится в прямой зависимости от колебаний голосовых связок, которые, в свою очередь, зависят от длины, толщины и натяжения последних. Основными параметрами здесь являются частота основного тона, параметр тон/шум, звонкость, подъем основного тона и производные от этих параметров.

Для расчета параметров, связанных с физиологическими (анатомическими) особенностями речевого тракта, наиболее часто используются методы спектрально-временного анализа. Такие методы анализа речевого сигнала адекватны природному механизму восприятия речи, что делает понятной тенденцию многих исследователей искать индивидуальные особенности в мгновенных спектральных распределениях отдельных фонем и в распределениях текущего спектра. В основе таких методов лежит классический Фурье-анализ или параметрический авторегрессионный анализ (линейное предсказание как частный случай).

Ясно, что индивидуальные акустические параметры человека определяются уникальностью форм и размеров голосового тракта, свойствами его стенок, динамикой изменения его геометрии, формой и периодичностью импульсов голосового источника, а также зависят от взаимодействия носовой и ротовой полостей, анатомических свойств груди, бронхов, пазух черепа и т. д. Характер изменения формы артикуляторов обусловлен сокращением мышц, управляемых центральной и периферической нервной системой, которые даже у однояйцевых близнецов, идеально похожих друг на друга, различаются настолько, что позволяют точно отличать их друг от друга.

§ 2. Основы визуализации речевого сигнала

В сегодняшних условиях бурного развития новых мультимедийных средств быстрые преобразования РС из одного вида представлений информационных данных в другие (из звукового представления в визуальное) и обратно приобретают новое «звучание», вследствие как появления мощного исследовательского компьютерного инструментария, так и приобретения большого практического значения в общем объеме информационного обмена результатами применения речевых технологий во всевозможных прикладных областях, включая различные виды анализа-синтеза речи, сжатия РС, распознавания ключевых слов, идентификации личности говорящего, очистки речи от помех и т. д.

Современный персональный компьютер в реальном времени может представить речь графически – во временной или спектральной области. Осциллограмму речи можно получить с помощью обычного микрофона и звуковой карты, а обработать и проанализировать простейшим звуковым редактором. Более информативный способ анализа – это спектральное представление, когда акустический сигнал представляется в виде наложения большого числа синусоид. Разложение сигнала в спектр обычно проводится с помощью быстрого преобразования Фурье-БПФ, реализованного в большинстве компьютерных звуковых редакторов и специальных программ обработки речи.

В этой связи особый интерес вызывают различные способы визуализации речевых сообщений, аудиосигналов и результатов их обработки с возможностью обратного перехода от изображений к звуковому сигналу. Такой подход к представлению РС в виде графических образов (ГО) позволил бы применить по отношению к ним достаточно хорошо разработанный и бурно развивающийся математический аппарат цифровой обработки

изображений для решения различных задач анализа, обработки и синтеза речи и на их основе разработать новые технологии обеспечения безопасности речевой связи.

Сравнительные характеристики известных способов визуального представления РС в виде графических образов приведены в табл. 2.1. Следует отметить, что графические образы представления речевого сигнала в виде волновой формы (осциллограммы) или его параметров в виде цифровых данных, графиков или динамических разверток амплитудного спектра (сонограммы) уже давно используются исследователями для анализа речи и оценки результатов ее обработки. Причем сонограммы могут представляться либо в виде изометрических бинарных изображений, либо в виде квазитрехмерных многоуровневых изображений (цветных или в уровнях серого цвета). Последние получили наибольшее распространение в задачах идентификации личности по голосу.

Из табл. 2.1 видно, что речевые сонограммы или амплитудные спектрограммы других аудиосигналов являются наиболее предпочтительными ГО звуковых сигналов с точки зрения сохранения информативности и плотности их записи на бумажные и другие виды носителей, имеющих плоскую поверхность. Это стало особенно заметным при появлении на рынке компьютерной техники лазерных принтеров с плотностью разрешения, превышающей 600 dpi (точек на дюйм) и возможностями передачи более 64 полутонов серого цвета на обычной бумаге.

Каждый вертикальный срез изображения построенной сонограммы фактически является мгновенным спектром некоторого отрезка исходного следа фонообъекта, рассчитанным с заданным шагом на частотно-временной сетке в соответствии с установленными параметрами отображения сонограммы. Горизонтальный срез такого изображения сонограммы отражает изменение

Таблица 2.1

**Сравнительные характеристики различных способов
представления речи в виде графических образов**

Способ графического представления аудиосигнала (АС) или речи		Участок АС (РС), записанный на 1 кв. дюйме в с	Вид изображения	Чувствительность синтезированного АС (РС) к ошибкам считывания графического образа
Осциллограмма и графики		1... 5	Бинарное	Средняя
Альфанумерические данные кодирования	Волновой формы РС	1... 4	Бинарное	Средняя
	Параметров речи	10... 40	Бинарное	Сильная
Сонограмма, спектрограмма	В изометрическом представлении	1... 10	Бинарное	Средняя
	В квазитрехмерном представлении	5... 15	Многоуровневое	Слабая

мощности аудиосигнала на данном частотном канале с течением времени.

Сонограмма – амплитудно-частотно-временное представление речевого сигнала.

Чаще всего сонограмма отображается в виде квазитрехмерного многоуровневого изображения, где по осям ординат и абсцисс отложены, соответственно, частота и время, а амплитуда или мощность сигнала на данной частоте в данное время отражается на плоскости в виде определенного цвета. В этом смысле сонограммы бывают цветными и черно-белыми. В силу ряда причин последние получили наибольшее распространение в визуальном анализе речевых и других звуковых сигналов, только

для аудиосигналов такого рода графические образы принято называть амплитудными спектрограммами или спектрограммами мощности в зависимости от того, какой параметр звукового сигнала (амплитуда или мощность) выводится на изображении в виде цвета (уровня серого) в узлах частотно-временной сетки.

На черно-белых сонограммах именно уровень серого цвета соответствует мощности звукового сигнала в данном узле частотно-временной сетки. Из-за свойств человеческого зрения для отображения фильма-сонограммы можно использовать не более 64 уровней серого. В большинстве случаев для визуальной оценки оператором отображается «картинка» динамического амплитудного спектра речи на мониторе компьютера в 16 или 64 градациях серого цвета. Такого рода сонограммы, где используется 4-6 бит на каждый пиксель изображения, назовем «грубыми» сонограммами. В большинстве приложений черный цвет изображения построенной сонограммы соответствует максимальной, а белый – минимальной мощности звукового сигнала на данном частотном канале в данный момент времени. В то же время возможно и инверсное представление уровня амплитуды или мощности аудиосигналов на частотно-временной сетке. На цветных сонограммах уровню амплитуды или мощности РС на частотно-временной сетке соответствует определенный цвет из палитры цветов, которую, как правило, можно менять по желанию пользователя, собственноручно ее настраивая.

В настоящее время существует большое количество хороших программных цифровых анализаторов и редакторов аудиосигналов, предназначенных для визуального анализа звуковых сигналов во временной (осциллограммы, графики уровня мощности сигнала и др.) и частотной (сонограммы, кепстры и др.) областях. Среди импортных программных продуктов такого рода следует отметить CoolEditPro I.I, DartPro, SoundForge, WaveLab,

WaveStudio и др., среди отечественных – SIS 5.2, Win-Аудио, «Лазурь», SignalQuickViewer 2 (SQV2), SignalViewer (SV) и др. В ряде звуковых редакторов имеется возможность производить некоторые виды обработки аудиосигнала, которые можно применить и для решения ограниченного числа задач безопасности РС посредством компьютерных технологий. К этим задачам относятся, прежде всего, фильтрация РС и удаление простых гармонических, импульсных и шумовых помех в речевом сообщении, принятом из канала связи. Такие несложные виды обработки в большинстве ПП производятся в основном во временной области с возможной оценкой полученных результатов обработки в частотной области, исходя из анализа сонограмм. Но только лишь в ряде ПП профессионального исполнения, специально предназначенных для решения некоторых задач защиты РС, можно производить сложные виды обработки, в том числе и в частотной области, исходя из произведенного анализа изображений динамических сонограмм.

Главное окно анализа следов фонообъектов размером во весь экран компьютерного монитора с разрешением 1024×768 точек одного такого программного продукта – «CoolEdit 2000» с фильмом сонограммой исходного речевого сигнала без помех в уровнях серого цвета показано на рис. 2.4.

Очень часто дополнительную информацию, а иногда и главные сведения об исследуемом фонообъекте можно получить, проводя по соответствующим образом рассчитанным изображениям спектрограмм информационный анализ его следов или следов фонообъектов, входящих в состав данного аудиосигнала.

Такое представление видится более информативным для пользователя в отличие от традиционно используемой осциллограммы, так как в случае анализа искаженной и/или зашумленной речи сразу дает возможность отличать паузные и непаузные

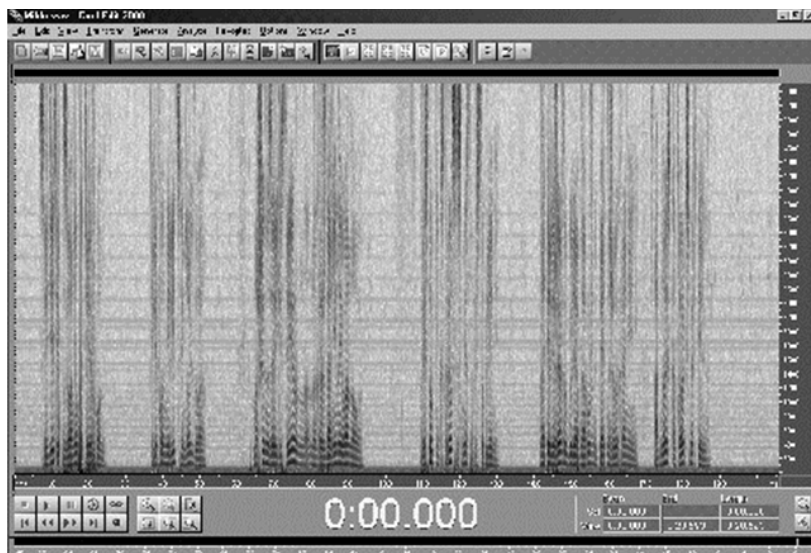


Рис. 2.4. Анализ сонограммы в программе CoolEdit

участки исследуемого речевого сигнала. В нижней части главного окна «Сонограмма» в уровнях серого отображается амплитудная спектрограмма исходной речи, рассчитанная в соответствии с заданными в процессе загрузки ПП значениями разрешений по частоте и по времени. Точка с нулевым отсчетом на частотной и временной осях находится в левом нижнем углу главного окна.

На вокализованных непаузных участках сонограммы и шумов в паузах отчетливо видны на представленном изображении на рисунке траектории (контура) максимальной контрастности или цепочки (треки) локальных максимумов уровней серого, которые и являются теми самыми следами фонообъектов, которые нами и исследуются.

Основываясь на вышеизложенном, можно утверждать, что если применять данные методы представления звуковой информации, то каждый фонообъект будет иметь свой графический образ.

Рассмотрим несколько графических примеров.

Широкополосная сонограмма слова «терра» (диктор № 2, высокий женский голос) на рис. 2.5. Видна особенность в произношении звука «Р» как многоударного звука (вертикально ориентированные разрывы спектральной картины).

Узкополосная сонограмма слова «терра» (диктор № 1, стандартный мужской голос) на рис. 2.6.

Узкополосная сонограмма слова «терра» (диктор № 3, высокий женский голос). Расстояние между гармониками основного тона велико по сравнению с предыдущей сонограммой, так как данный голос высокий (рис. 2.7).

Необходимо обратить внимание еще и на то, что роль верхних частот у диктора № 1 относительно диктора № 2 меньше, так как мужской голос ниже женского.

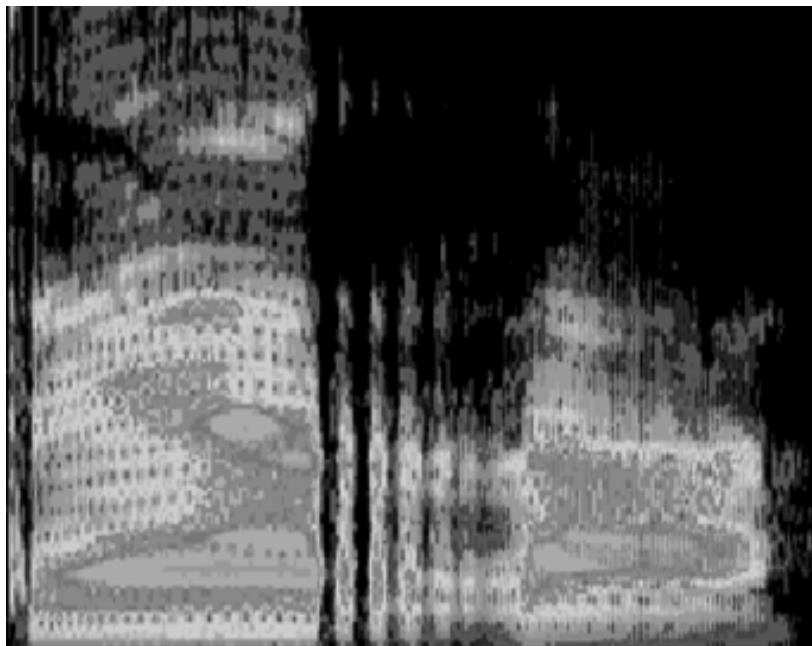


Рис. 2.5. Широкополосная сонограмма слова «терра»

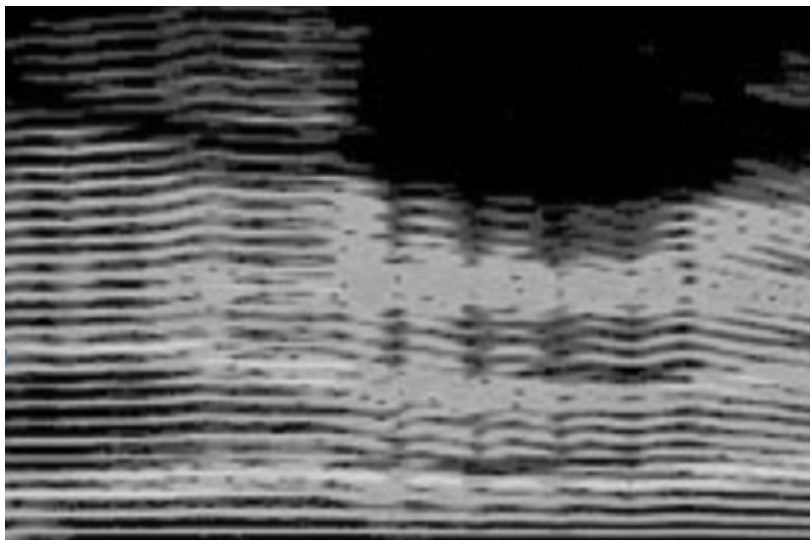


Рис. 2.6. Узкополосная сонограмма слова «терра»

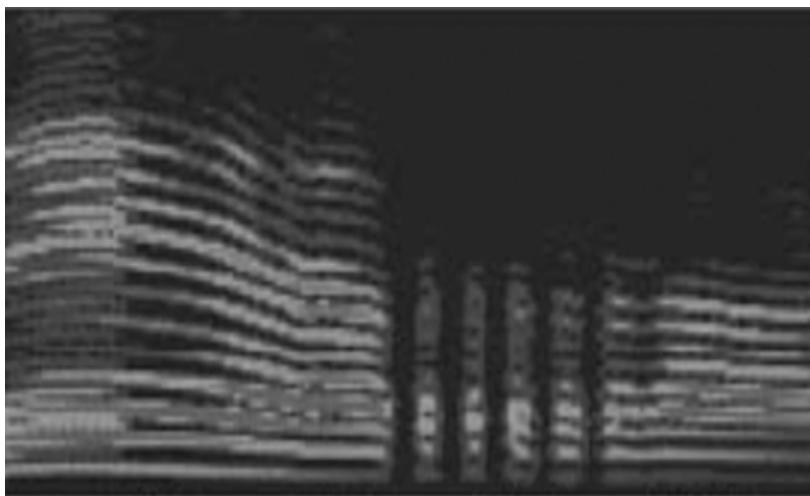


Рис. 2.7. Узкополосная сонограмма слова «терра»

Следует отметить, что при решении некоторых задач безопасности речевой связи посредством компьютерных технологий под следом фонообъекта иногда понимается и одиночный

трек (например, стационарная квазигармоническая помеха), а в других – некая совокупность треков на определенном участке анализа и обработки аудиосигнала (например, отдельное слово, звук). Причем на разных участках динамического спектрального анализа аудиосигнала выявленные следы могут соответствовать абсолютно разным фонообъектам, например, речи и помехе, шуму и сигналам управления аппаратурой связи (набор телефонного номера), речи одного человека и речи другого и т. д.

Несмотря на то, что при визуальном анализе сонограмм не имеет смысла использовать более 64 уровней серого, во многих задачах речевой обработки крайне желательно хранить в памяти компьютера и использовать для расчетов изображение сонограммы или следов фонообъектов в формате с плавающей запятой. Также важно сохранять для расчетов в этом же формате и значения фазы в каждом узле частотно-временной сетки, особенно в случае вхождения данного узла в состав треков следов фонообъектов. Таким образом, каждому «грубому» изображению сонограммы, используемому для визуального или автоматического анализа и обработки звуковых сигналов, будут соответствовать множества точных значений амплитуды и фазы, рассчитанные для каждого узла заданной частотно-временной сетки. Назовем их «точными» сонограммами и фазограммами. Именно их «точные» значения будут использованы для расчетов и синтеза нового аудиосигнала после выданных оператором или компьютером целеуказаний по выбранному алгоритму обработки аудиосигналов на основе анализа «грубых» сонограмм. Поэтому «точные» сонограммы и фазограммы во многих вычислительных процедурах речепреобразования имеет смысл оставлять «за кадром», но в то же время четко их привязывать к своим «грубым» сонограммам и при модификации последних в процессе обработки изменять значения их «точных» образов вслед за ними. Заметим, что

во многих задачах речевой обработки, чтобы избежать неопределенности в выборе фазы в узлах частотно-временной сетки, для удобства расчетов можно использовать не саму фазу, а ее косинус, который в случае его суммирования с единицей всегда будет приобретать неотрицательные значения. Рассчитанные фазограммы также можно рассматривать как изображения и применять уже и к ним весь арсенал методов цифровой обработки изображений.

Методика проведения анализа и обработки сонограмм, основанная на вышеизложенных фактах (обоснованиях), приведена на рис. 2.8.

Ввод РС в компьютер может производиться различными доступными способами: с использованием штатных про-

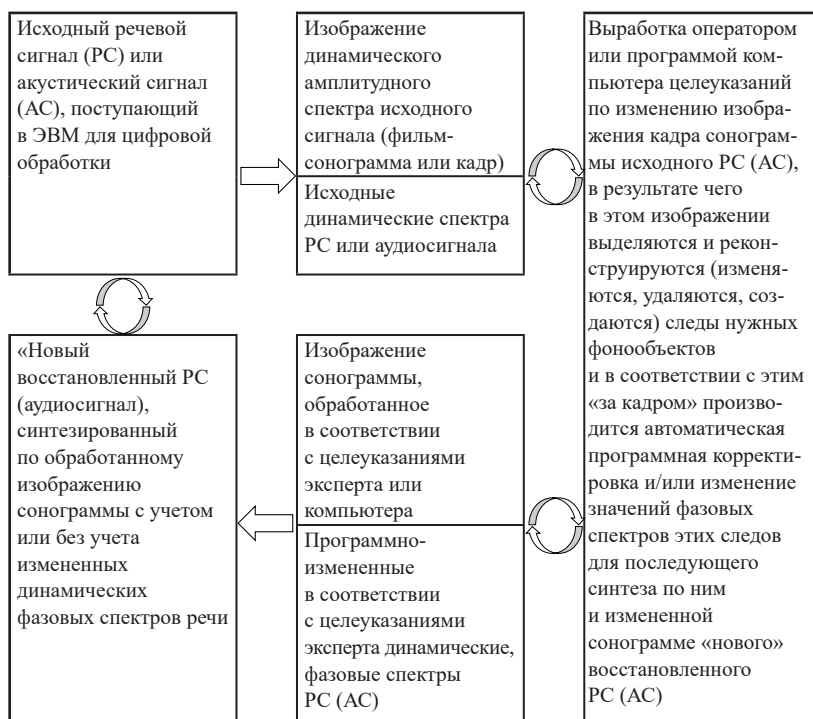


Рис. 2.8. Методика проведения анализа и обработки сонограмм

граммных продуктов, имеющихся в распоряжении любого пользователя, а также средств, предоставляемых специализированным ПО.

Главное правило, которое следует соблюдать при проведении оцифровки аудиосигнала – это сохранение наибольшей информативности, т. е. применение каких-либо средств сжатия записанного аудиосигнала исключено. Исходя из этого, наиболее подходящим форматом записи является формат wav.

В современных системах безопасности речевой связи компьютерные технологии речепреобразования на основе методов цифровой обработки сигналов находят все более широкое применение. Основными требованиями, предъявляемыми к такого рода системам, являются быстрота и эффективность выполнения различных процедур обработки РС с использованием стандартных технических средств компьютерной телефонии, а именно: персонального компьютера, звуковой карты, устройства стыка с телефонной линией или модема. Удовлетворить эти требования можно, только применяя цифровые методы обработки речевых сигналов.

Это актуально для тех задач, где РС передается по существующим линиям телефонной связи в полосе тональной частоты (0,3... 3,4 кГц), а полученное на приемном конце канала речевое сообщение должно обладать высокой разборчивостью и узнаваемостью. В частности, в современных устройствах очистки речи от помех, ортогональных вокодерах, скремблерах и других звуко- и речепреобразующих технических средствах все чаще применяются различные виды ортонормированных базисов для преобразования речевого сигнала из временной области в другую, в большинстве случаев, частотную область, где и выполняются основные процессы его (РС) обработки с последующим обратным переходом во временную область.

ГЛАВА 3

ВВЕДЕНИЕ В ВЕКТОРНУЮ И РАСТРОВУЮ ГРАФИКУ

Обработку информации, связанную с изображениями, можно разделить на три направления: визуализация; изменение изображения; распознавание изображений.

Визуализация, т. е. создание изображений, основана на описании (модели) того, что требуется отобразить. Объектом отображения может быть как существующая реальность, так и идеальные представления, возникающие в воображении человека.

Например: диаграммы и графики функций, схемы связей, карты района действий, портрет преступника, трехмерная реальность в тренажерах и системах архитектурного проектирования, территории и зоны геоинформационных систем и пр.

Однако результатом визуализации является изображение.

Изменение изображения, т. е. преобразование изображения, может преследовать самые различные цели. Но исходными данными будет являться изображение и результатом также будет изображение.

Примерами изменения изображений могут служить: повышение контраста и четкости, коррекция и редукция цветов; сглаживание и уменьшение различных дефектов; корректировка схем и планов, в частности, уточнение расположения различных объектов.

Распознавание изображений, т. е. получение описания изображения как в целом, так и его отдельных фрагментов, является обратной задачей по отношению к визуализации. А изменение изображений можно рассматривать как промежуточный этап для последующего распознавания.

Целями распознавания могут быть:

- выявление расположения объектов интереса;
- выделение отдельных элементов (например, выяснение того, что мелькнуло в кармане брюк – ручка ножа или пистолета, какой предмет демонстрировал в руках фигурант);
- идентификация или аутентификация (например, установление модели промелькнувшей машины, определение персоны по отпечаткам пальцев или при сравнении фотографии и фоторобота).

В последнее время становятся все более значимыми геоинформационные системы, вбирающие в себя указанные выше направления обработки информации и являющиеся интерактивными системами компьютерной графики. Они аккумулируют в себе методы и алгоритмы самых разных наук и информационных технологий. Такие системы используют последние достижения технологий баз данных, в них закладываются многочисленные методы и алгоритмы математики, физики, геодезии, топологии, картографии, навигации, с одной стороны, и, с другой стороны, компьютерной графики и компьютерного моделирования.

Все это позволяет достичь реалистичности изображений пространственных объектов и территорий, а также реалистичности имитации происходящих событий, более того, точности их отслеживания. Но наиболее важной и значимой возможностью является анализ событий, разворачивающихся на некоторой территории с учетом огромнейшего количества связей и отношений множества самых разнообразных объектов.

Однако эти возможности уже относятся к иным областям, например, таким как криминалистика и применение информационных технологий в аналитической разведке.

Таким образом, в качестве основного объекта изучения оказывается компьютерное изображение и технологии работы

с ним. Компьютерные изображения могут быть основанными как на векторной графике, так и на растровой графике.

§ 1. Векторная графика

Векторное изображение представляет собой совокупность отдельных областей и линий. Области могут иметь разнообразные виды цветовых заливок (сплошные и градиентные, узорные и текстурные). Контуры областей и линии могут иметь определенные толщину и цвет обводки. Также допускается использование различных стилей обводки – пунктирная, градиентная, художественная.

Контуры областей, заливки и обводки – основа построения векторного изображения. Все компоненты векторного изображения описываются математически, а значит, абсолютно точны. Чем большее количество элементов содержится в изображении, тем более реалистичным и детализированным оно выглядит.

Следует отметить, что принцип векторной графики чрезвычайно прост, был известен в древности и наиболее ярко проявляется в аппликации.

Достоинства векторной графики, прежде всего, связаны с возможностью масштабирования, вращения и изменения как в целом изображения, так и его отдельных областей. Причем качество изображения не меняется вовсе, а остается прежним. Преимуществом векторной графики являются также легкость редактирования изображения и небольшие объемы памяти для хранения, собственно, не изображения, а векторных команд его построения (описания).

Недостатки векторной графики связаны с тем, что наиболее сильно развиты ручные методы (способы) построения изображений, и к тому же они достаточно трудоемки при создании реалистичных изображений. В то же время крайне слабо развито ав-

томатизированное построение векторных изображений, предполагающее построение описания того, что требуется отобразить.

Область применения векторной графики, прежде всего, связана с необходимостью отражения представлений, возникающих в воображении человека (в нашем случае – оперативного сотрудника). Таким образом, векторную графику можно активно использовать при отражении схем связей фигурантов, представления всевозможных схем реализации преступных механизмов или замыслов, отражении схематичных планов действий на местности и в помещениях, схемах расположения объектов оперативно-го интереса и подходов к ним.

Другим направлением использования векторной графики может быть представление данных и сведений или в числовом виде, или преобразованных из качественных сведений в числовые данные путем построения диаграмм и графиков функций.

Третье направление использования векторной графики может быть связано с построением (созданием) модельных объектов сравнения (например, отпечатка пальца или фоторобота).

В перспективе возможно построение моделей в виде изображения разыскиваемых предметов. Это в свою очередь позволит использовать их в автоматизированных процессах идентификации вместо текстовых описаний самих предметов.

§ 2. Растровая графика

Растровое изображение представляет собой матрицу из отдельных элементарных (дискретных) объектов – растров. Они имеют простейшую геометрию (квадрат, прямоугольник, ромб, круг, эллипс или черточка) и окрашены определенным цветом. Для отображения изображения растры могут упорядочиваться в различные «упаковки» (тетрагональные, гексагональные и др.).

Отличительная особенность такой графики состоит в том, что элементарные объекты имеют строго определенный цвет и чрезвычайно малы по сравнению с размерами самого изображения (в силу этого иногда употребляют термины: точечная графика или точечное изображение).

Следует отметить, что принцип растровой графики чрезвычайно прост, был известен в древности и наиболее ярко проявляется в мозаике.

Пожалуй, можно привести два достоинства растровой графики. Первое состоит в том, что обеспечивает максимальную реалистичность, поскольку в цифровую форму переводится каждый мельчайший фрагмент оригинала. Второе связано с тем, что этот вид графики обеспечивает максимальную простоту получения информации об оригинале для создания его изображения.

Недостатки растровой графики в первую очередь связаны с большими объемами памяти для хранения соответствующих изображений. Во вторую очередь такие преобразования изображения, как масштабирование и вращение, могут приводить к появлению муара в областях однотонной закрашки, исчезновению из рисунка мелких деталей и тонких линий, появлению «пилообразности» гладких линий и контуров, уменьшению резкости изображения (размытию).

Область применения растровой графики связана с необходимостью фиксации и документирования объектов, явлений и процессов реального мира, в частности, в оперативно-разыскной деятельности, криминалистической и следственной практике.

Таким образом, запечатление и отражение фигурантов (их встреч между собой), событий подготовки или совершения преступлений, вероятных мест появления событий практически осуществляются с использованием растровой графики.

Другим направлением использования растровой графики является копирование изображений самых разнообразных предметов и орудий. Например, записок, писем, документов, отпечатков и оттисков и т. д.

На основе полученных изображений в дальнейшем оказывается уже возможным распознавание как сюжетов в целом, так и их отдельных фрагментов, а также использование изображений в идентификации и аутентификации.

§ 3. Формирование оперативных материалов на основе графических данных

Формирование оперативных материалов в цифровом виде может идти по самым различным направлениям, среди которых можно выделить несколько следующих:

- отражать в электронном виде уже имеющиеся развитые формы всевозможных оперативных дел и материалов (знаменует собой переход от бумажных носителей к электронным);

- на основе современных баз данных формировать электронные досье о физических и юридических лицах, необходимые сотрудникам оперативных подразделений, с возможностью их передачи в подразделение, осуществляющее текущие самые разнообразные мероприятия по отношению к ним;

- формирование электронных мультимедийных энциклопедий, отражающих деятельность и состояние расследования организованных преступных групп или преступных сообществ, которые по мере достижения успехов в расследовании и пресечении преступной деятельности могут трансформироваться в материалы, приобретшие силу доказательств в суде;

- формирование электронных мультимедийных энциклопедий («летописей»), содержание которых отражает состояние в борьбе с преступностью по отдельным наиболее важным на-

правлениям борьбы с преступностью и концентрирует материалы на протяжении достаточно длительного периода времени, выделяя наиболее значимые события.

Формирование оперативных материалов на основе векторных изображений и текста. Оперативные документы, отражающие представления, возникающие в воображении человека (в нашем случае оперативного сотрудника), должны иллюстрироваться как можно полнее схемами связей фигурантов; схемами реализации преступных механизмов или замыслов, вскрывающими их суть и возможные слабые стороны; отражением схематичных планов действий на местности и в помещениях; схемами расположения объектов оперативного интереса и подходов к ним.

Важными оперативными материалами являются и те, которые представляют данные и сведения или в числовом виде, или в виде преобразованных из качественных сведений в числовые данные путем построения диаграмм и графиков функций. Такие материалы, естественно, можно сопровождать новыми выводами по результатам анализа количественных данных.

Подготовка материалов для проведения дальнейшего оперативного расследования, связанная, например, с построением (созданием) модельных объектов сравнения (отпечатка пальца или фоторобота). Подготовка подобного рода видеотек, например, моделей в виде изображения разыскиваемых или утерянных предметов направлена для последующего использования их в автоматизированных процессах идентификации вместо их текстовых описаний.

Формирование фототек на основе растровых графических изображений. Наиболее распространенными форматами фотографий можно указать от 3×4 см до 10×15 см. Фотографии лиц и самых разнообразных объектов реального мира чаще всего при переводе в компьютерную графику будут являться или полутонно-

выми изображениями (черно-белыми в градациях серого цвета), или полноцветными в системе RGB. В таблице 3.1 представлены лишь два из наиболее популярных форматов и все используемые растровые графические режимы с указанием объемов файлов под отображение данных.

Таким образом, даже по этой далеко не полной таблице уже становится очевидным, что при переходе от монохромного изображения к полутоновому объемы сохраняемых данных возрастают в восемь раз. При переходе от RGB-изображения к полутоновому объемы сохраняемых данных уменьшаются в три раза. А для печати цветного RGB-изображения требуется перевести его в CMYK-изображение, что приводит к увеличению объема сохраняемых данных на некоторое время на 30 %.

Так, для хранения отпечатков пальцев желательно использование монохромного изображения с высокой разрешающей способностью. Если изображение оказывается недопустимо больших размеров, можно уменьшать разрешение, но тогда придется использовать полутоновое изображение. Аналогичные рассуждения позволят принять решение при копировании документов, содержащих схемы, рисунки или фрагменты изображения в виде тонких линий, контуров и очертаний.

Рисунки, выполненные карандашом, лучше хранить в виде полутоновых изображений. Полноцветные изображения (например, цифровые фотографии или сканированные фотографии), естественно, лучше хранить в виде RGB-изображений. И лишь перед распечаткой переводить в CMYK-изображение. При отсутствии больших накопителей информации придется использовать полутоновые изображения для их хранения.

Табл. 3.1 показывает, что если необходимо формирование видеотеки фотографий размером 9×13 см в количестве 1000 единиц для просмотра на мониторе, то такая коллекция может за-

нять около 92 МБ в виде полутоновых изображений или около 276 МБ в виде полноцветных изображений на магнитных носителях. А если речь идет о сохранении коллекции для изготовления при необходимости качественных отпечатков, то аналогичные коллекции по объему будут следующими около 6 и 24 ГБ соответственно.

Таблица 3.1

**Растровые графические режимы
с указанием объемов файлов под отображение данных**

Формат, в см	Разрешение, в dpi или ppi	Размер, в точках или пикселях	Режим изображения	Объем графических данных	Примечание
5×6	72	142×170	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	3 КБ	Для просмотра на мониторе
			Полутоновое (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	24 КБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	71 КБ	
			СМУК, (8 bit на цвет)	95 КБ	
	266	525×628	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	41 КБ	Для грубой печати
			Полутоновое (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	322 КБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	966 КБ	
			СМУК, (8 bit на цвет)	1,26 МБ	
	600	1183×1417	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	205 КБ	Для качественной печати
			Полутоновое (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	1,6 МБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	4,8 МБ	
			СМУК, (8 bit на цвет)	6,4 МБ	
	1200	2367×2835	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	820 КБ	Для высококачественной (фотографической) печати
			Полутоновое (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	6,41 МБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	19,2 МБ	
			СМУК, (8 bit на цвет)	25,6 МБ	

Окончание табл. 3.1

9×13	72	255×369	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	12 КБ	Для просмотра на мониторе
			Полутонное (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	92 КБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	276 КБ	
			CMYK, (8 bit на цвет)	368 КБ	
	266	943×1364	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	158 КБ	Для грубой печати
			Полутонное (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	1,23 МБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	3,69 МБ	
			CMYK, (8 bit на цвет)	4,91 МБ	
	600	2126×3076	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	800 КБ	Для качественной печати
			Полутонное (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	6,24 МБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	18,8 МБ	
			CMYK, (8 bit на цвет)	25 МБ	
	1200	4252×6151	Монохромное (Bitmap), (1 bit на цвет)	3,13 МБ	Для высококачественной (фотографической) печати
			Полутонное (черно-белое), (8 bit на оттенок серого)	25 МБ	
			RGB, (8 bit на цвет)	74,9 МБ	
			CMYK, (8 bit на цвет)	99,8 МБ	

Проблема сохранения изображений для последующего их использования оказывается чрезвычайно острой и важной. С ней сталкиваются пользователи любых систем, в которых так или иначе используются изображения. Для сохранения изображений используются специальные форматы.

Формат графического файла – это определенный способ представления и записи графических данных в виде файла на компьютерных носителях.

Графическая информация в файлах кодируется не так, как в памяти компьютера.

Долгое время в условиях отсутствия стандартов разработки графических приложений сами изобретали собственные форматы. В силу этого возникали большие проблемы обмена данными между различными приложениями. Но с появлением Windows появилась идеология и впоследствии стандарты, по-

звolyающие обмениваться данными, сохраненными в различных форматах, и, более того, форматы, соответствующие единым стандартам.

В настоящее время уже, как правило, не требуется знать, как в том или ином формате хранятся графические данные. Однако умение разбираться в особенностях форматов имеет значение для создания компактной системы хранения изображений, их эффективной обработки и организации обмена данными между различными пользователями.

Сохраняющееся многообразие графических форматов объясняется тем, что существуют разнообразные сферы использования изображений со специфическими требованиями к файлам, в которых они хранятся. Таким образом, выбор формата файла может быть связан с заданной сферой применения. Например, формат BMP не поддерживает изображения в модели CMYK, используемой в полиграфии. Следует учитывать возможность последующего преобразования типов и цветовых моделей, которые требуются в определенной сфере применения.

В целях уменьшения размеров графических файлов (и тем самым уменьшения объема баз данных изображений) многие форматы используют алгоритмы сжатия данных. Выбор подобного формата может привести к существенной экономии места на жестком диске или носителе и в ходе процедуры передачи файла.

Среди многочисленных существующих форматов хранения графических данных невозможно выбрать лучший, что связано с существенными различиями в их назначении. В частности, форматы, предназначенные для подготовки изображений к печати, не подходят для их размещения в Интернете и наоборот.

Графические форматы специфичны для хранения растровых и векторных изображений. Рассмотрим форматы хранения графических файлов.

Векторные форматы

Файлы векторного формата хранят описания изображений в виде набора команд для построения графических объектов (линий, эллипсов, прямоугольников, областей со сложными контурами и др.). Кроме того, в этих файлах хранится и дополнительная информация. В файле векторного формата можно хранить и растровые изображения, которые были импортированы в этот файл. Векторные форматы различаются друг от друга набором команд и способом их кодирования.

По сути, к векторным форматам можно отнести язык описания страниц PostScript. Он позволяет описывать векторные и растровые изображения, шрифты, а также параметры растрирования и управления цветом. Любой современный принтер содержит аппаратный или программный интерпретатор этого языка, но имеющий множество интерпретаций.

EPS (Encapsulated PostScript) – представляет собой упрощенный вариант PostScript. Не поддерживает код всей страницы, а описывает только какой-либо объект или группу объектов. Формат позволяет хранить изображения любого типа в любой цветовой модели без альфа-каналов.

CDR – собственный формат приложения CorelDraw компании Corel. Формат сохраняет информацию об объектах, их преобразованиях, взаимном расположении и т. д.

CDX – вариант формата CDR, предусматривающий сжатие для более эффективного хранения файлов, в частности, на компакт-дисках Artshow фирмы Corel.

CMX – используется для коллекции векторных рисунков на компакт-дисках Artshow фирмы Corel. При сохранении изображений в этом формате утрачивается возможность последующей правки их параметров.

CPX – этот формат является разновидностью формата CMX, предусматривающего сжатие данных.

DCS (Desktop Color Separation) – формат компании Quark – разработчика всемирно известной издательской системы Xpress. Формат позволяет хранить цветоделенное изображение и является вариантом формата EPS. Первая версия позволяла хранить цветоделенное изображение в модели CMYK и при этом использовать пять частей. Четыре части содержали основные каналы изображения, а пятая – содержала композитное изображение для просмотра. Вторая версия имеет дополнительные возможности в виде поддержки практически неограниченного числа цветовых каналов и одного альфа-канала.

PDF (Portable Document Format) – универсальный формат фирмы Adobe System для электронного распространения документов. Универсальность формата в том, что созданные в различных программах публикации можно сохранить в этом формате и просматривать на разных компьютерах с помощью бесплатно распространяемой программы Acrobat Reader.

WMF (Windows MetaFile) – с появлением системы Windows был разработан универсальный формат для использования во всех приложениях.

DXF (Drawing Interchange Format) – формат, специализированный под сохранение данных в файлах систем автоматизированного проектирования.

CGM (Computer Graphics MetaFile) – один из вариантов форматов сохранения векторных рисунков.

Растровые форматы

BMP (Bitmap) – формат корпорации Microsoft ориентирован на применение в операционной системе Windows. В нем поддерживаются изображения в модели RGB с глубиной цвета до 24 бит и не поддерживаются дополнительные цветовые и альфа-каналы,

контуры обтравки и управление цветом. Формат предполагает использование простейшего алгоритма сжатия RLE без потери качества для 16 и 256-цветных изображений по желанию.

TIFF (Tagged Image File Format) – формат фирмы Aldus создан специально для хранения сканированных изображений. Его версии существуют на всех компьютерных платформах, он универсален и очень широко распространен. Поддерживает монохромные, индексированные, полутоновые изображения, а также изображения в моделях RGB и CMYK с каналами 8 и 16 бит. В этом формате можно сохранять обтравочные контуры, калибровочную информацию и установки печати. Допускается также использование любого числа дополнительных альфа-каналов, однако, не поддерживаются дополнительные цветовые каналы. Поддерживает практически любой алгоритм сжатия, в частности, самый эффективный LZW – сжатие информации без потерь.

JPEG (Join Photographic Expert Group) – в данном формате был впервые реализован принцип сжатия изображений с потерей качества, который основан на удалении из изображения той его части, не воспринимаемой (или воспринимаемой слабо) человеческим глазом. В силу этого изображение, лишенное избыточных данных, занимает гораздо меньший объем, нежели исходное. Степень сжатия задается пользователем, но чем выше сжатие, тем хуже качество изображения. Наиболее широкое применение этот формат нашел в Интернете и при создании электронных презентаций. В полиграфии его практически не применяют, хотя в нем можно сохранять контуры обтравки и цветовые профили. Формат поддерживает полутоновые и полноцветные изображения в моделях RGB и CMYK, однако, в нем не поддерживаются дополнительные цветовые и альфа-каналы. Недостаток проявляется в том, что на рисунках с четкими границами и большими

заливочными областями сильно проявляются дефекты сжатия. Темные линии на светлом фоне искажаются из-за особенностей алгоритма сжатия, который обрабатывает изображение квадратными блоками со стороной 8 пикселей.

GIF (Graphic Interchange Format) – создан фирмой CompuServe (нынешним подразделением Online America) специально для передачи растровых изображений в глобальных сетях. Формат ориентирован на компактность и всегда использует алгоритм сжатия LZW, который не приводит к потери качества. Поддерживает только индексированные изображения, не поддерживает дополнительные каналы, обтравочные контуры и цветовые профили. В одной из версий формата возможно сохранение в одном файле сразу нескольких индексированных изображений, которые браузеры демонстрируют в порядке очереди, реализуя, таким образом, простейшую анимацию.

PSD – собственный формат программы Adobe Photoshop. Предпочтителен для хранения промежуточных результатов редактирования изображений, так как сохраняет их многослойную структуру.

FPX (FlaxPix) – формат создан для Интернет. Обладает свойством хранения изображения одновременно в нескольких разрешениях (низкого 72 dpi и высокого, задаваемого пользователем). Формат поддерживает полутоновые и полноцветные RGB-изображения, но не поддерживает дополнительные цветовые и альфа-каналы, обтравочные контуры и цветовые профили.

На этот формат следует обратить внимание, как на наиболее перспективный формат хранения данных для формирования видеотек оперативных материалов. Формат позволяет, с одной стороны, просматривать изображение, а с другой стороны, при необходимости получать отпечатки на принтере установленного качества.

PCX – один из первых форматов, созданных фирмой Zsoft для программы PC Paintbrush. Поддерживает монохромные, индексированные и полноцветные RGB-изображения, не поддерживает дополнительные цветовые и альфа-каналы, контуры обтравки и управление цветом. Формат предполагает использование (всегда) простейшего алгоритма сжатия RLE без потери качества. В настоящее время практически не используется.

TGA (True Vision Targa) – формат, поддерживающий сжатие RLE (по желанию).

IMG (Digital Research GEM Bitmap) – формат, всегда использующий сжатие RLE.

Методы сжатия графических данных. Методы сжатия делятся на две категории: сжатие, алгоритм которого включен в формат файла, и сжатие файла с помощью программ-архиваторов.

Рассмотрим сжатия, алгоритм которого включен в формат файла, RLE и LZW.

LZW (назван по первым буквам разработчиков Lempel, Ziv, Welch) – основан на поиске повторяющихся узоров в изображении. Рисунки, сильно насыщенные узорами, могут сжиматься до 10 % от их первоначального размера (т. е. в десять раз).

RLE (Run – Length Encoding) – основан на том, что последовательность повторяющихся величин – набор бит для представления растров – заменяется парой повторяющейся величины и числом ее повторений (в некоторых версиях используются переставленные наоборот эти величины). Сжатие этим методом наиболее эффективно для изображений, которые содержат большие области однотонной закрашки, и наименее эффективно – для отсканированных фотографий, так как в них нет длинных последовательностей одинаковых растров.

ГЛАВА 4

ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРАКТИКЕ ОПЕРАТИВНО-РАЗЫСКНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Зрение является одним из важнейших органов чувств человека, во многом определяющий его способность нормальной жизнедеятельности, в том числе профессиональной деятельности в сфере борьбы с преступностью и охраны общественного порядка. В связи с этим эффективность работы практически всех служб органов внутренних дел в значительной степени зависит от уровня используемых технологий обработки, как говорят специалисты, визуальной информации.

Наступивший век, очевидно, окончательно станет веком «цифровой» техники: цифровые технологии уверенно завоевывают позиции практически во всех сферах создания, хранения, преобразования и распространения информации. Не являются исключением и современные технологии обработки визуальной информации; объектом таких технологий выступают цифровые изображения.

Все изображения, в том числе и цифровые, можно разделить на две основные группы:

- статические (фотографии, схемы, картины и т. д.);
- динамические (кино, видео, анимация и т. д.).

Первоначальной технологией обработки изображений была аналоговая. Данная технология подразумевает непосредственный контакт с изображением. Цифровая – работает с копией изображения, представленной в цифровом виде, понятном для компьютера. И та, и другая, в виду своей специфики, имеют положительные и отрицательные стороны обработки изображений.

Сравнивая технологии обработки изображения, мы найдем те же недостатки и достоинства, что встречались и при сравнении технологий обработки звука (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Сравнение технологий обработки звука

Параметры сравнения	Технология обработки графики	
	Цифровая	Аналоговая
Комфортность обработки	качественно, быстро, удобно	качественно, относительно быстро, недостаточно удобно
Длительность и надежность хранения	практически вечно (по последним данным ~ 100 лет (CD), со временем хранения качество не ухудшается	подвержено воздействию условий хранения (появление царапин на носителях), ухудшение качества (выцветание, изменение цветовой гаммы и пр.)
Соответствие цифровой копии его оригиналу	при неправильно проведенном оцифровывании, возможно значительное отличие между оригиналом и результатом	оригинал и результат практически идентичны
Аппаратура	компактна, относительно дешевая, универсальна по назначению	громоздка, дорогая, имеет узкую специализацию
Копируемость	на каждой новой копии качество не ухудшается	копия копии имеет качество хуже
Автоматизация процесса обработки	возможна	невозможна

Как же происходит процесс преобразования из аналогового графического изображения в цифровое графическое изображение?

Каким образом визуальная информация может быть представлена массивом цифр, каким образом возможен переход от, например, фотографии к «мешку с цифрами»?

Для элементарного понимания процесса можно нарисовать на меловой доске рожицу (носик, ротик, оборотик) и обрамить ее в прямоугольную рамку. Затем задается вопрос: каким образом этот рисунок сохранить в компьютере (передать по компьютерной сети, воспроизвести, отретушировать и т. п., т. е. обработать с помощью компьютера), который, как известно, работает только с цифрами. Далее предлагается решение: наносится на рисунок серия вертикальных и горизонтальных линий, получившиеся строки и столбцы нумеруются. Таким образом, каждая ячейка сетки получает цифровой адрес. После этого демонстрируется собственно процесс «перевода» рисунка в массив цифр («мешок цифр»). Для этого справа от рисунка столбиком выписывается позиционное обозначение (адрес) каждой ячейки, а рядом с ним записывается «0», если в текущей ячейке отсутствовал элемент изображения, и «1», когда текущая ячейка содержала изображение. В результате получается демонстрация процесса преобразования монохромного рисунка во множество троек, первая цифра которых указывает номер строки, вторая – номер столбца ячейки и третья – наличие или отсутствие тона ячейки.

Далее на меловой доске справа от столбца цифр рисуется второй линованный прямоугольник, демонстрируется обратный процесс преобразования массива цифр в копию изображения. Естественно, копия получается более «угловатая», чем исходное изображение (при наличии соответствующей единицы). Так определяется точность «копирования», которое зависит

от установленного числа ячеек – чем оно больше, тем меньше копия отличается от оригинала (впоследствии этот вывод используется при обсуждении разрешающей способности объектива, принтера). Естественно, все изложенное выше справедливо для контурного рисунка. Для полутонового рисунка к каждой тройке следует добавить четвертую цифру – кода яркости ячейки в соответствии с заранее принятой шкалой полутонов. Сохранить цветное изображение в виде массива цифр можно точно так же, добавив лишь к каждой четверке пятую цифру, обозначающую код цвета ячейки в соответствии с установленной палитрой цветов (конечно, позже следует уточнить, что цветное изображение фактически складывается из трех – R, G, и B).

§ 1. Принцип создания цифрового видеосигнала

Объяснить процесс перехода от видеосигнала к «мешку цифр» или, точнее, потоку цифр можно следующим образом.

Рассмотрим, как формируется и что представляет собой видеосигнал, например (аналоговой) видеокамеры. Оптическое изображение объектов, которые снимаются видеокамерой, проецируется с помощью объектива на светочувствительную поверхность видикона камеры. С внутренней стороны светочувствительного слоя под действием света вылетают электроны или же (в видиконах другого типа) при этом изменяется электрическая проводимость отдельных участков светочувствительного слоя. Количество электронов, вылетающих с поверхностного слоя (или же величина изменения проводимости слоя), определяется освещенностью светочувствительной поверхности. В связи с этим оказывается возможным получить электрический сигнал, величина которого зависит от освещенности светочувствительной поверхности видикона. Освещенность светочувствительной поверхности, в свою очередь, определяется световым потоком,

приходящим от снимаемых объектов. Следовательно, от видикона можно получить электрический сигнал, величина которого соответствует яркости того или иного участка снимаемого объекта. Получение непрерывного во времени видеосигнала во всех видеосистемах реализуется путем «развертки» изображения. Развертка изображения сводится к тому, что специальное устройство видикона последовательно как бы «осматривает» отдельные участки светочувствительной поверхности. «Осмотр» светочувствительной поверхности обычно осуществляется по строкам, расположенным параллельно, с частотой не менее 50 Гц. Совокупность строк в пределах всей светочувствительной поверхности образует один кадр видеоизображения. В результате на выходе видикона образуется телевизионный сигнал. Для верной работы устройств отображения (телевизоров) в сигнал добавляется ряд дополнительных составляющих: строчные и кадровые синхронизирующие и гасящие импульсы. По ним устройство отображения определяет начало каждой строки и кадра. Получившийся сигнал часто называют полным телевизионным или видеосигналом. Именно в таком виде сигнал и сохраняется на видеокассете.

Если теперь аналоговый сигнал дискретизировать во времени и проквантовать по уровню, получим дискретный телевизионный сигнал, который превращается в поток цифр при использовании кодов соответствующих уровней.

Далее, следует пояснить, что цветное изображение подавляющим большинством технических средств фактически формируется (и воспроизводится) в виде трех копий – R, G, и B.

В заключение можно привести описание некоторых стандартов представления и сжатия визуальной информации. Представляется, что суть подраздела заключается в следующем. А именно, донести до обучаемого, что существуют стандарты

представления, с которыми имеют дело прикладные программы, что принцип «сжатия» состоит в том-то, что существуют стандарты сжатия «с потерей» и «без потери» качества, что средний объем цифровой «фотографии», например, такой-то, «сжатой» – такой-то.

Устройство, использующееся для преобразования статической аналоговой графики в цифровую, называется сканером.

Последнее время планшетные сканеры усиленно «вышагивали» в сторону сектора SOHO (Small Office – Home Office) пока, наконец, не вошли в компьютерный быт пользователя «всерьез и надолго».

Существуют три основные составляющие планшетного сканера (разговор идет о недорогих сканерах, доступных по цене и поэтому нашедших наибольшее применение в ОВД), оказывающие решающее воздействие на результат сканирования:

- оптико-электронная система;
- TWAIN-модуль;
- интерфейс.

Интерфейс влияет на скорость процесса сканирования, будучи ответственным за быстроту обмена данными между компьютером и сканером. Сейчас к LPT- и SCSI-сканерам прибавились модели, оснащенные интерфейсом USB. К примеру, существуют три разновидности модели Astra 1220 (производства UMAX): Astra 1220P, подключаемая к порту принтера, Astra 1220U, использующая интерфейс USB, и Astra 1220S – SCSI-устройство. Наиболее скоростной из них является модель с интерфейсом SCSI, с USB – медленнее (если используется стандарт 1.1, если же используется стандарт 2.0, то это утверждение неверно), а с LPT – самой «тихоходной». В то же время следует заметить, что в отдельных случаях скоростные показатели сканеров с тем или иным интерфейсом могут значительно отличаться от ожидаемых.

§ 2. Сравнение пленочной технологии фотографирования и цифровой. Основы пленочной фотографии

В обычном пленочном фотоаппарате свет отражается от объекта или сцены и проходит через прозрачные стеклянные или пластиковые линзы, которые фокусируют его на тонком гибком кусочке пластика (пленке). Пленка покрыта светочувствительным эмульсионным слоем галоида серебра. Попадающий на пленку свет (фотоны) приводит к немедленной химической реакции, которая после химической обработки помогает проявить и закрепить изображение на пленке. Свет различается по цвету и интенсивности, что приводит к практически идентичному дублированию сцены в результате химической реакции. Единственными регуляторами света в обычном пленочном фотоаппарате являются затвор (металлический или тканевой занавес или пластинки, которые быстро открываются и закрываются для управления временем выдержки/экспозиции сцены на пленке) и диафрагма (отверстие с изменяемым размером, позволяющее управлять количеством проходящего через линзу света). Перед съемкой фотограф устанавливает значение выдержки и размер диафрагмы. Диафрагма обычно устанавливается вручную при вращении ободка на объективе, который в свою очередь механически регулирует лепестки отверстия, пропускающего свет. Конечно, сегодня многие фотоаппараты (как аналоговые, так и цифровые) обладают некоторым интеллектом, позволяющим автоматически выбрать время выдержки и размер диафрагмы. Но если мы обратимся к истокам, то современная пленочная фотография в любом случае есть разновидность химического и механического процесса, изобретенного в 1830 г. Луи Дагером и Фоксом Тальботом.

В цифровых фотоаппаратах процесс получения изображения намного сложнее. Но, как и в пленочной технологии, прин-

ципы и основы будут неизменны в ближайшие годы независимо от масштаба роста технологий (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Цифровой фотоаппарат Minolta

В цифровых фотоаппаратах также используется линза, но вместо фокусирования изображения на пленку свет попадает на светочувствительные ячейки полупроводникового чипа, называемого сенсором (image sensor). Сенсор реагирует на получаемые фотоны, что фиксируется фотоаппаратом. Дальше вычислительный блок фотоаппарата анализирует полученную информацию и определяет необходимые значения выдержки и фокуса, цвет (баланс белого), необходимость вспышки и т. д. Потом сенсор захватывает изображение и передает его на чип АЦП (аналого-цифровой преобразователь), который анализирует аналоговые электрические импульсы и преобразует их в цифровой вид (поток нулей и единичек). Используя дополнительную вычислительную мощность (цифровые фотоаппараты могут содержать несколько процессоров и других чипов, включая специализированные процессоры и главный процессор), данные проходят дальнейшую обработку с помощью специальных (зависящих от конкретной модели/фирмы) алгоритмов и преобразуются в файл изображения, который уже можно просмотреть. Файл за-

писывается на встроенный или внешний электронный носитель. Далее изображение может быть перенесено на компьютер, выведено на принтер или телевизор. Равно как его можно просмотреть на встроенном в камеру ЖК-экране/видеоискателе, благодаря чему пользователь может обработать изображение с помощью дополнительных алгоритмов или фильтров, используя встроенный интерфейс (чаще всего работающий через ЖК-экран) или просто стереть неудачный снимок и начать все сначала. На всем протяжении этого многоступенчатого процесса «интеллект» камеры непрерывно опрашивает операционную систему для немедленной реакции на действия фотографа (которые он производит через многочисленные кнопки, рычаги, регуляторы и ЖК-интерфейс). Как видите, цифровой фотоаппарат является сложной системой, где большое количество данных и инструкций передается по множеству путей. И все это заключено в маленькой легкой коробочке с батарейками, которая умещается в ладони. Показанный процесс описывает лишь основы получения цифрового изображения. Его детали по-разному реализованы в различных цифровых фотоаппаратах. Давайте более подробно пройдемся по каждому шагу этого процесса в типичной цифровой камере.

Выбирая цифровой фотоаппарат, необходимо сначала определиться с уровнем сложности. Если для вас «чем проще – тем лучше», то остановите свой выбор на компактном фотоаппарате со встроенным объективом, у которого большая часть настроек (фокусировка, установка выдержки и диафрагмы и др.) осуществляется автоматически или фиксирована. Зеркальные фотоаппараты принадлежат к более профессиональному типу, поскольку у них есть множество возможностей для более четкой и качественной установки настроек от руки. Кроме того, у зеркальных фотоаппаратов есть более совершенная система наведения на объект съемки за счет внутреннего зеркала, отражающего изо-

бражение из объектива в видоискатель, а также возможность смены объективов. Важной характеристикой для выбора фотоаппарата является наличие или отсутствие функции ZOOM, с помощью которой можно приближать и снимать удаленные объекты. Как и у пленочных фотоаппаратов, у цифровых желательно наличие вспышки для освещения объектов в момент съемки. Выбирая цифровой фотоаппарат, обратите внимание на разрешение. Чем выше разрешение матрицы (т. е. количество элементов (пикселей) CCD-матрицы), тем лучше качество цифрового фото, точнее цветопередача получаемого изображения.

Цифровые фотоаппараты бывают компактные и зеркальные. Компактные – со встроенным объективом, зеркальные – со сменными объективами.

Качество электронных фотографий напрямую зависит от количества элементов (пикселей) CCD-матрицы (цифровой аналог фотопленки). Чем больше элементов, тем выше разрешение матрицы и тем точнее цветопередача получаемого изображения.

Память – функциональная часть цифровых фотоаппаратов, предназначенная для фиксирования снятых изображений. Объем памяти цифрового фотоаппарата показывает, на какое количество мегабайт информации рассчитана встроенная память данной модели.

Фокусное расстояние – это расстояние, которое проходит луч, преломляясь в объективе, до точки на пленке, где отпечатывается изображение. Чем меньше фокусное расстояние, тем больше угол съемки, следовательно, более емкими получаются кадры. У ряда моделей фокусное расстояние фиксировано и обозначается одной цифрой. Другие модели имеют ZOOM, позволяющий увеличивать фокусное расстояние в несколько раз в определенном интервале для съемки удаленных объектов. У зеркальных фотоаппаратов фокусное расстояние может изме-

няться за счет смены объектива. Фокусное расстояние цифровых фотоаппаратов представлено в пересчете на стандартный пленочный кадр 24×36 мм, получаемый на обычных фотоаппаратах с минимальным фокусным расстоянием 35 мм. Устройство для изменения фокусного расстояния позволяет приближать или отдалять объекты съемки.

Время, в течение которого затвор фотоаппарата остается открытым для получения кадра, измеряется в долях секунды. Различают модели фотоаппаратов с автоматической, постоянной и ручной установкой выдержки.

Приспособление в объективе фотоаппарата существует для плавного изменения его действующего отверстия, через которое свет и изображение попадают на матрицу. Диафрагма изменяется в соответствии с фокусным расстоянием, которое можно переключать между широкоугольной областью и телемасштабированием. Значения диафрагмы (широкий угол) у цифровых фотоаппаратов соответствуют широкоугольному объективу обычных фотоаппаратов с фокусным расстоянием менее 35 мм, которое лучше всего подходит для пейзажной съемки, групповых снимков и пр. Значения диафрагмы (tele) у цифровых фотоаппаратов соответствуют телеобъективу обычных фотоаппаратов с фокусным расстоянием 60–80 мм и более, которое предпочтительно для портретной съемки.

Сменная память служит для увеличения общего объема памяти, поскольку объем встроенной памяти цифровых фотоаппаратов обычно невелик. Сменные карты памяти – это своего рода дискеты для цифровых фотоаппаратов. Они бывают трех типов: PC-card ATA Flash (PCMCIA-card), SmartMedia и CompactFlash.

Емкость памяти сменных карт. Чем больше сменная память, тем больше снимков можно зафиксировать цифровым фотоаппаратом.

Мгновенное освещение, создаваемое лампой-вспышкой, включается одновременно с открытием затвора фотоаппарата для освещения объекта в момент съемки. Вспышка позволяет фотографировать в условиях недостаточной освещенности, например, вечером, избежать тени на лице и т. д.

«Красные глаза» – это явление при фотографировании со вспышкой, когда в центральной части глаза на снимке появляется яркий красный цвет в цветной фотографии и белый цвет – в черно-белой. Есть несколько способов защиты от такого эффекта, например, предварительное (до срабатывания лампы-вспышки) освещение объекта съемки. Все защитные режимы приводят к сужению зрачков глаз и уменьшению вероятности появления «красных глаз» на снимке.

§ 3. Основные характеристики цифрового видео

Цифровое видео характеризуется четырьмя основными факторами: частота кадра (Frame Rate), экранное разрешение (Spatial Resolution), глубина цвета (Color Resolution) и качество изображения (Image Quality).

Частота кадра (Frame Rate). Стандартная скорость воспроизведения видеосигнала – 30 кадров/с (для кино этот показатель составляет 24 кадра/с). Каждый кадр состоит из определенного количества строк, которые прорисовываются не последовательно, а через одну, в результате чего получается два полукадра или так называемых «поля». Поэтому каждая секунда аналогового видеосигнала состоит из 60 полей (полукадров). Такой процесс называется *interlaced* видео.

Между тем монитор компьютера для прорисовки экрана использует метод «прогрессивного сканирования» (*progressive scan*), при котором строки кадра формируются последовательно, сверху вниз, а полный кадр прорисовывается 30 раз каждую се-

кунду. Подобный метод получил название non-interlaced видео. В этом заключается основное отличие между компьютерным и телевизионным методом формирования видеосигнала.

Глубина цвета (Color Resolution). Этот показатель является комплексным и определяет количество цветов, одновременно отображаемых на экране. Компьютеры обрабатывают цвет в RGB-формате (красный-зеленый-синий), в то время как видео использует и другие методы. Одна из наиболее распространенных моделей цветности для видеоформатов – YUV. Каждая из моделей RGB и YUV может быть представлена разными уровнями глубины цвета (максимального количества цветов).

Для цветовой модели RGB обычно характерны следующие режимы глубины цвета: 8 бит/пиксель (256 цветов), 16 бит/пиксель (65,535 цветов) и 24 бит/пиксель (16,7 млн цветов). Для модели YUV применяются режимы: 7 бит/пиксель (4:1:1 или 4:2:2, примерно 2 млн цветов) и 8 бит/пиксель (4:4:4, примерно 16 млн цветов).

Экранное разрешение (Spatial Resolution). Еще одна характеристика – экранное разрешение или, другими словами, количество точек, из которых состоит изображение на экране. Так как мониторы PC и Macintosh обычно рассчитаны на базовое разрешение в 640 на 480 точек (пикселей), многие считают, что такой формат является стандартным. К сожалению, это не так. Прямой связи между разрешением аналогового видео и компьютерного дисплея нет.

Стандартный аналоговый видеосигнал дает полноэкранное изображение без ограничений размера, часто присущих компьютерному видео. Телевизионный стандарт NTSC (National Television Standards Committee) разработан Национальным комитетом по телевизионным стандартам США. Используемый

в Северной Америке и Японии он предусматривает разрешение 768 на 484. Стандарт PAL (Phase Alternative), распространенный в Европе, имеет несколько большее разрешение – 768 на 576 точек (табл. 4.2).

Таблица 4.2

**Перевод аналогового видео в цифровое
(комплексы на базе РС)**

Характеристики	DAC-2	ADVC-500	DV-1394 PRO
Производитель	Datavideo (Тайвань)	Canopus (Япония)	COMO (Германия)
Стоимость, руб	42 000	90 000	120 000
Аналоговые видеовходы	Composite (RCA) × 1 S-Video (mini-DIN 4-pin) × 1 Component (BNC × 3) × 1	Composite (BNC) × 1 S-Video (mini-DIN 4-pin) × 1 Component (BNC × 3) × 1	Composite (BNC) × 1 S-Video (mini-DIN 4-pin) × 1 Component (BNC × 3) × 1
Аналоговые видеовыходы	Composite (RCA) × 1 S-Video (mini-DIN 4-pin) × 1 Component (BNC × 3) × 1	Composite (BNC) × 1 S-Video (mini-DIN 4-pin) × 1 Component (BNC × 3) × 1	Composite (BNC) × 1 S-Video (mini-DIN 4-pin) × 1 Component (BNC × 3) × 1
Аналоговые стереоаудиовходы	Unbalanced (RCA × 2) × 1	Balanced (XLR × 2) × 1 Unbalanced (RCA × 2) × 1	Balanced (XLR × 2) × 1 Unbalanced (RCA × 2) × 1
Аналоговые стереоаудиовыходы	Unbalanced (RCA × 2) × 1	Balanced (XLR × 2) × 1 Unbalanced (RCA × 2) × 1	Balanced (XLR × 2) × 1 Unbalanced (RCA × 2) × 1
IEEE1394 входы/выходы	4-pin IEEE1394 × 1 6-pin IEEE1394 × 1	4-pin IEEE1394 × 1 6-pin IEEE1394 × 1	6-pin IEEE1394 × 2
SDI входы/выходы	нет	нет	BNC 10-бит, 270 Мбит/с
AES/EBU входы/выходы	нет	нет	XLR

Продолжение табл. 4.2

Синхронизация по внешнему сигналу	Только для YUV=>DV		нет	есть
Переключаемые установки при DV <=> Analog	Audio: 48kHz,16bit / 32kHz,12bit		PAL 720×576 / NTSC 720×480 Audio: 48kHz, 16bit / 32kHz, 12bit DV / DVCAM	PAL 720×576 / NTSC 720×480 Audio: 48kHz, 16bit / 32kHz, 12bit DV, DVCAM / DVC PRO
Дополнительные возможности	нет		Аппаратное усиление входного аудиосигнала (канал1/канал2); программная настройка уровней яркости, контрастности, насыщенности и резкости для аналоговых видеовходов	нет
Питание	9-12 В (DC), 10 Вт		12 В (DC), 2 А	12 В (DC), 1 А
Размеры Ш×Г×В	210×210×55		430×170.8×44 мм	440×155×45
Комплект поставки	Адаптер питания на 220 в, DV кабель 6pin-4pin, композитный видеокабель, стереоаудиокабель, S-видеокабель		Адаптер питания на 220 в, DV кабель 6pin-4pin, 2 × BNC/RCA переходника, установочный комплект для 19” стойки, CD-ROM с ПО Picture Controller для настройки входного видео, руководство пользователя	Адаптер питания на 220 в, DV кабель 6pin-4pin, установочный комплект для 19” стойки
Параметры	PV-256C / 256CDV	PV-256C Pro	DV Win Plus 3070	PV-240/4
Компрессия	MPEG-1/2	MPEG-1/2	MPEG-1/2	MPEG-4

Окончание табл. 4.2

Разрешение (PAL)	704×576	720×576	704×576	до 704×576
Макс. поток данных	VBR: 10 Mbps CBR: 15 Mbps	VBR: 10 Mbps CBR: 15 Mbps	VBR: 10 Mbps CBR: 15 Mbps	Видео: 1000 Kbps Аудио: 8 Kbps
Входы	Composite (RCA) × 1 S-Video (mini-DIN) × 1 Stereo phone jack × 1 DV 4-pin (256CDV) × 1	Composite (RCA) × 1 S-Video (mini-DIN) × 1 Stereo phone jack × 1	Composite (BNC) × 3 S-Video (mini-DIN) × 1 Component (BNC×3) × 1 Stereo phone jack × 1 DV 6-pin × 1	Composite (BNC) × 4 Mono (BNC) × 4
Выходы	Composite (RCA) × 1 S-Video (mini-DIN) × 1 Stereo phone jack × 1	Composite (RCA) × 1 S-Video (mini-DIN) × 1 Stereo phone jack × 1	Composite (BNC) × 3 S-Video (mini-DIN) × 1 Component (BNC×3) × 1 Stereo phone jack × 1	
ОС	Windows	Windows	Windows	Windows 2000, Linux
Наличие SDK	да	Май 2003	да	Только SDK и демо-программа (352×288)

§ 4. Характеристики цифровых изображений

Основными характеристиками статических изображений являются разрешение, цветность и сжатие.

Основными характеристиками динамических изображений являются дискретизация, битность, цветность и сжатие.

ГЛАВА 5

МОНТАЖ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ЦИФРОВОМ ВИДЕ

§ 1. Телевизионные стандарты

Большинство государств использует модификации трех телевизионных стандартов: NTSC, PAL и SECAM.

Обычно компании-производители поставляют в ту или иную страну видеотехнику, поддерживающую принятые в этой стране стандарты, но бывает, что техника завезена «серым» путем или просто может быть куплена в другой стране.

Первый цветной широкоэмитательный стандарт. Был принят в США в 1953 г. Принят во многих странах Американского континента, а также в некоторых странах Азии, включая Японию (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Стандарт NTSC

Система	NTSC M
Линии/Развертка	525/60
Частота по горизонтали	15.734 kHz
Частота по вертикали	60 Hz
Частота несущей цветового компонента	3.579545 mHz
Полоса пропускания видео	4.2 mHz
Частота несущей звука	4.5 mHz
Число строк в кадре	525
Число видимых (активных) строк в кадре	480

Стандарт PAL (Phase Alternating Line) был представлен в начале 60-х годов прошлого века и был использован в большинстве стран Европы. PAL использует большую полосу пропускания и, как следствие, обеспечивает лучшее качество изображения и звука (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Стандарт PAL

Система	PAL B, G, H	PAL I	PAL D	PAL N	PAL M
Линии/Развертка	625/50	625/50	625/50	625/50	525/60
Частота по горизонтали	15.625 kHz	15.625 kHz	15.625 kHz	15.625 kHz	15.750 kHz
Частота по вертикали	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz
Частота несущей цветowego компонента	4.433618 MHz	4.433618 MHz	4.433618 MHz	3.582056 MHz	3.575611 MHz
Полоса пропускания видео	5.0 MHz	5.5 MHz	6.0 MHz	4.2 MHz	4.2 MHz
Частота несущей звука	5.5 MHz	6.0 MHz	6.5 MHz	4.5 MHz	4.5 MHz
Число строк в кадре	625	625	625	625	625
Число видимых (активных) строк в кадре	576	576	576	576	576

Стандарт SECAM (Sequential Couleur Avec Memoire or Sequential Colour with Memory) также представлен в начале 60-х годов прошлого века и используется в основном во Франции и СНГ. SECAM использует такую же полосу пропускания, как и PAL, но передает цветовую информацию отдельно (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Стандарт SECAM

Система	SECAM B, G, H	SECAM D, K, K1, L
Линии/Развертка	625/50	625/50
Частота по горизонтали	15.625 kHz	15.625 kHz
Частота по вертикали	50 Hz	50 Hz
Полоса пропускания видео	5.0 MHz	6.0 MHz
Частота несущей звука	5.5 MHz	6.5 MHz
Число строк в кадре	625	625
Число видимых (активных) строк в кадре	576	576

Первый способ представления оцифрованного видео – это формирование полного кадра из двух: с нечетными и четными строками. На рис. 5.1, 5.2 автомобили движутся влево:



Рис. 5.1. «Гребенка» чересстрочного видео



Рис. 5.2. Прогрессивный кадр

Контуры всех объектов, которые сместились, «двоятся»: в одном полукадре (который расположен в нечетных строках) мы видим одно положение объектов, в другом полукадре (четные строки) – другое положение. Очевидно, что

чем быстрее движется объект в кадре, тем больше несоответствие позиций объектов в полукадрах – и тем заметнее артефакты.

Пока правый автомобиль был далеко от камеры, разница его положений составляла всего пару пикселей (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Отдаленный от камеры автомобиль

Когда автомобиль приблизился к камере, разница его положений стала заметно больше (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Приближенный к камере автомобиль

На необычных видеоэффектах артефакты чересстрочности приобретают еще более причудливые формы (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Увеличение надписи

Нужно добавить, что «гребенка» содержит множество мелких деталей, а это чрезмерно усложняет процесс последующего сжатия видео.

Для устранения эффекта чересстрочности применяются специальные меры, которые называются deinterlace (произносится как «деинтерлейс»).

Из-за особенностей строения глаза наше зрение более чувствительно к яркости, чем к цвету (точнее, разрешающая способность глаза по яркости выше, чем по цвету – за счет разной концентрации колбочек и палочек на сетчатке).

В связи с этим на устройствах оцифровывания стали формировать изображение так, чтобы составляющая по яркости передавалась 1:1, а по цветности – 1:2 (так как частью информации можно пренебречь).

Каждый блок по выбору кодера может иметь больший или меньший размер.

Поскольку реальные сигналы имеют постоянно изменяющуюся сложность, метод кодирования с переменным потоком данных оказался существенно эффективнее. Очевидно, чтобы также качественно закодировать информацию с постоянным потоком данных, необходимо всегда использовать максимальный возмож-

ный размер блока, что приведет к перерасходу бит на несложных участках.

Когда поток данных непостоянен, то, говоря о его ширине, подразумевают среднюю величину потока данных. Усреднение традиционно проводится в течение всей записи.

Все программы сжатия видеоизображения получили общее название кодеки от частей слов их составляющих – *кодировать-декодировать*.

Все кодеки, используемые в настоящее время, можно разбить на два вида:

- производящие пространственное сжатие;
- производящие временное сжатие.

К *пространственным* кодекам можно отнести кодеки MJPEG.

Идея метода кодирования MJPEG достаточно проста: каждый кадр кодируется независимо от остальных, кадры сжимаются алгоритмом с потерями типа JPEG (который широко используется для сжатия фотографий).

Метод сжатия JPEG был разработан в 1987 г. благодаря активной деятельности Joint Picture Experts Group при участии Forgent Networks.

Процесс сжатия по схеме JPEG следующий:

1. Изображение конвертируется из цветовой системы RGB, где учитывается цвет каждого пикселя, в пространство YUV, основанное на характеристиках яркости и цветности. По структуре YUV гораздо ближе к анатомо-физиологии человеческого зрения. В сетчатке глаза есть «палочки» и «колбочки» – светочувствительные клетки, формирующие изображение точно так же, как матрица цифрового фотоаппарата. Около 120 млн палочек формируют черно-белое изображение – у нашего глаза очень высокое разрешение: 120 Мпикс. Цвет обеспечивается колбочка-

ми. Их намного меньше – всего 7 млн, и в зрительных центрах изображение достраивается на основании частичной цветовой информации. Именно поэтому яркостную составляющую мы различаем гораздо лучше цветовой. Чувствительность человеческого глаза к разным цветам непостоянна: сетчатка более чувствительна к длинноволновой части зеленых цветов. Формат JPEG учитывает все эти особенности.

2. Изображение разделяется на квадратные участки размером 8×8 пикселей.

3. Над каждым участком производится так называемое дискретное косинусное преобразование (ДКП). При этом выполняется анализ каждого блока, разложение его на составляющие цвета и подсчет частоты появления каждого цвета. Анализируя частотную информацию о появлении цветов, вы избавляетесь от части информации уже в процессе квантования. При этом исключаются цвета в верхней области спектра и часть яркостной информации.

По сути, JPEG просто отбрасывает от яркостной составляющей половину полезного сигнала, а от цветовой – $3/4$, хотя существуют и более сложные схемы.

Из программных реализаций наиболее распространены кодеки от Morgan Multimedia и Pegasus Imaging Corp. Кодек от Morgan специалисты не жалуют: и качество изображения у него хуже, и совместимость (не в состоянии декодировать некоторые MJPEG-файлы). Кодек от Pegasus (PICVideo MJPEG), наоборот, очень популярен. У него есть одна настройка: уровень качества (от 1 до 20). При захвате видео с целью получения максимального качества, как правило, используется уровень 19, поток данных при этом получается 5–7 Мбайт/сек (17–25 Гбайт/час). При этом видео с размером кадра 768×576 можно захватывать на процессоре 450 МГц.

К *временным* кодекам можно отнести кодеки MPEG. О них мы поговорим дальше и уделим им больше внимания, так как они в настоящее время нашли наибольшее применение.

Слово MPEG является аббревиатурой создателей данного формата и расшифровывается как Moving Picture Coding Experts Group, дословно – «Группа экспертов по кодированию подвижных изображений».

История MPEG началась в январе 1988 г. В основу правил сжатия видеоданных была заложена идея поиска и устранения избыточной информации, не влияющей на конечное восприятие качества изображения, и психофизиологическая модель зрительных ощущений человека.

Прежде, чем перейти к рассмотрению алгоритмов, разберем основные понятия, упоминающиеся в данном способе сжатия (рис. 5.6).

Поток данных в формате MPEG содержит несколько типов кадров: keyframe, intra-frame, I-frame, predictable, forward predictable, P-frame, backward predictable, bi-directional, BiDir, B-frame.

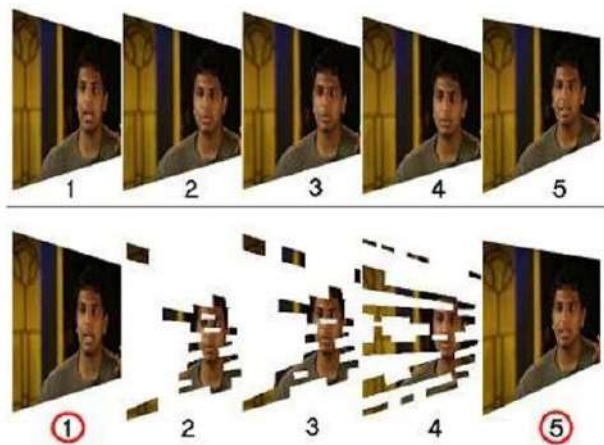


Рис. 5.6. Временное сжатие

Процесс сжатия видео выглядит так, как показано на рис. 5.7.

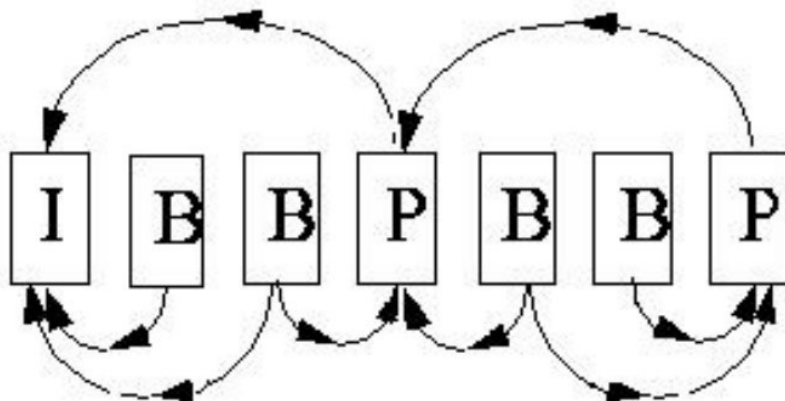


Рис. 5.7. MPEG

Кадр разбивается на макроблоки 16×16 пикселей, каждому макроблоку ставится в соответствие наиболее схожий с ним участок изображения из опорного кадра, сдвинутый на вектор перемещения. Эта процедура называется анализом и компенсацией движения. Допустимая степень сжатия для предсказуемых кадров превышает возможную для исходных в три раза, так как значительная часть информации достраивается из Intra-кадра (рис. 5.8).

По сути, алгоритм угадывает часть кадров на основании предыдущих и, совмещая их, получает некое подобие исходной картинки. Разумеется, данный механизм эффективно работает лишь с небольшими группами кадров, в противном случае искажения станут слишком заметны.

Первый международный стандарт группы MPEG описывает сжатие видеосигналов в прогрессивной развертке, обычно в формате 356×288 . Цифровой поток в 150 кб/с обусловлен



Рис. 5.8. Процесс сжатия видео

скоростью чтения первых, еще односкоростных CD приводов. Это было не так уж и мало, учитывая, что пропускная способность коммуникационных сетей не превышала 3 Мбит. В конце 80 – начале 90-х годов единственным цифровым носителем, пригодным для массового тиражирования, был CD емкостью 650 Мб.

При качестве картинки, схожем с VMS, VCD обеспечивал стереозвук и более долговечные носители. Кроме того, это был первый широко распространенный видеостандарт, воспроизводимый на ПК. Мощностей компьютеров уровня Pentium было достаточно для программного декодирования видеопотока, на более слабых машинах применялись аппаратные MPEG-платы. Из-за низкой степени сжатия для хранения 1,5–2 часов видео в стандарте MPEG-1 требовалось два компакт-диска.

Из-за низкой скорости битрейта и, как следствие, высокой JPEG-компрессии во многих сценах картинка словно рассыпалась на квадраты.

Эти недостатки были преодолены в Super Video CD. По сравнению с обычным MPEG в нем было повышено разрешение и снижена степень сжатия, а также появилась поддержка многоканального звука. Однако при этом размер среднего фильма увеличился до 2 Гб и для его записи требовалось целых три диска. И хранить, и менять их в процессе просмотра было крайне неудобно, хотя некоторые фирмы даже выпускали специальные плееры, оснащенные трехдисковыми чейнджерами. Несмотря на дешевизну, S-VCD не удалось составить достойную конкуренцию DVD. Тем не менее данный формат до сих пор применяется в странах Юго-Восточной Азии, в частности в Китае, где, собственно, и был разработан.

Изначально стандарт разрабатывался для систем спутникового телевидения, но в 1995 г. появился носитель для массового тиражирования фильмов в формате MPEG-2 – DVD. Возможность записать на один диск свыше 4,5 Гб позволила повысить качество картинки за счет значительного снижения степени компрессии.

Перспективной технологией, внедренной в MPEG-2 и в дальнейшем послужившей основой для MPEG-4, стала система анализа повторяющихся данных. После разбиения файла на кадры составляется таблица уникальных и повторяющихся участков. Динамические элементы сохраняются, повторяющиеся удаляются, а таблица повторяющихся участков используется при декодировании сжатого видеопотока. Кроме того, применение во внутрикадровом сжатии нелинейного преобразователя Фурье (взамен линейного в MPEG-1) значительно повышает плотность упаковки с минимальными потерями.

Повсеместное распространение формат получил спустя почти десять лет после своего появления. Немалую роль в этом сы-

грали высокие цены на DVD-диски и приводы, а также заложенные в стандарт DVD меры защиты от копирования.

MPEG-4 разрабатывался как комплексная среда взаимодействия с различными мультимедийными объектами: I статичными картинками; аудио; видео; текстом; синтезированными объектами.

Такие сцены описываются на специальном языке. Несмотря на большой потенциал по созданию мультимедийных приложений, MPEG-4 нашел свое применение в основном в качестве компрессора видео.

Революционным прорывом в технологии сжатия видео стала система синтеза изображения на основе ключевых кадров. Принцип ее работы таков: в группе кадров выделяется ключевой, а все остальные содержат лишь информацию, отличающуюся от него. По сути, это дальнейшая эволюция технологии анализа повторяющихся данных. Однако по сравнению с MPEG-1 и 2 длина блока намного возросла. Сжатие MPEG-4 наиболее эффективно в малодинамичных сценах, а также анимационных фильмах. Разумеется, при декодировании совмещение неподвижного фона и движущихся элементов происходит неточно, поэтому картинка размывается и исчезают мелкие детали изображения. Изначально MPEG-4 принадлежал Microsoft и предназначался для использования в системах с чрезвычайно низкой пропускной способностью (менее 64 кбит/с).

На ранних этапах разработки исходный код MPEG-4 стал доступен широкой общественности. Появились его модификации, позволявшие более гибко настраивать параметры сжатия. В сочетании с кодированием звуковой дорожки в MP3, наконец, стало возможным записать на один диск 1,5–2 часа видео со стереозвуком и качеством, превосходящим телевизионное. Это было началом бума домашнего цифрового видео.

Важным достоинством DivX было то, что с помощью соответствующего программного обеспечения DVD-фильм можно перевести в DivX всего за несколько часов. Разумеется, при этом происходили значительные потери качества, но и CD стоил в несколько раз дешевле DVD. Первые версии DivX были основаны на коде Microsoft, однако, вскоре дальнейшим совершенствованием DivX занялась DivXNetworks Inc. Последняя выпущенная на сегодня версия DivX 5.2.1 намного превосходила MPEG-4 в области кодирования видео, хотя и утратила большинство мультимедийных возможностей, изначально присущих MPEG-4.

У DivX достаточно темное прошлое, но сам по себе кодек, начиная с четвертой версии, абсолютно легален, так как не содержит кода сторонних компаний. Другое дело – обладаете ли вы авторскими правами на видеоматериал, который хотите сжать в DivX. В Японии и США DivX-фильмы не получили широкого распространения (эту нишу давно и прочно заняли DVD), поэтому данный кодек используется в основном для домашнего применения и пересылки видео в Интернете и других низкоскоростных сетях. Новомодное направление – просмотр DivX-видео на КПК и сотовых телефонах. Для этой среды DivX подходит идеально.

§ 2. Теория монтажа видео

Цифровые технологии монтажа фильмов значительно повысили эффективность при редактировании. Базовая монтажная система состояла из двух видеомагнитофонов (Player-Recorder) и управляющего ими монтажного контроллера (рис. 5.9).

При этом, собственно, процесс монтажа выглядел следующим образом (рис. 5.10).

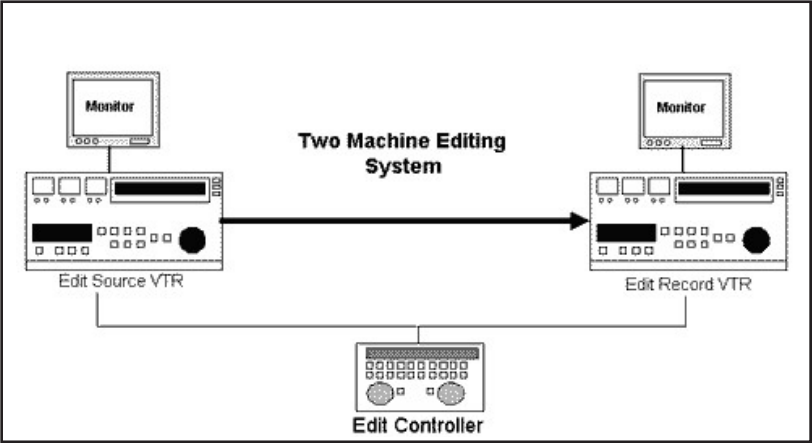


Рис. 5.9. Базовая монтажная система



Рис. 5.10. Процесс монтажа

Если же было необходимо не просто последовательно со-
брать (стык в стык) отдельные видеофрагменты в единое це-
лое, но построить между ними плавные переходы со шторами
и/или реализовать другие эффекты, то требовалась более слож-
ная монтажная схема, основанная на одновременном исполь-
зовании двух лент (А и В) с исходным материалом и, соответ-
ственно, двух Player. При этом монтажный контроллер, опираясь
на информацию о таймкоде, управлял всеми аппаратами, в том
числе и микшером (рис. 5.11).

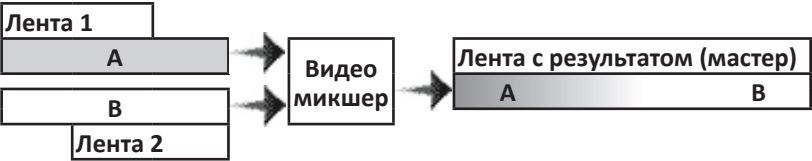


Рис. 5.11. Монтажная система

Добавляя к этому генератор титров и/или аудиомикшер, приходили к необходимости использования следующей монтажной системы (Three Machine Edit Suite). Отметим, что она включала в себя набор независимых устройств (порой различных производителей), которые для достижения необходимого результата должны были работать абсолютно синхронно, прецизионно и в реальном времени (рис. 5.12).

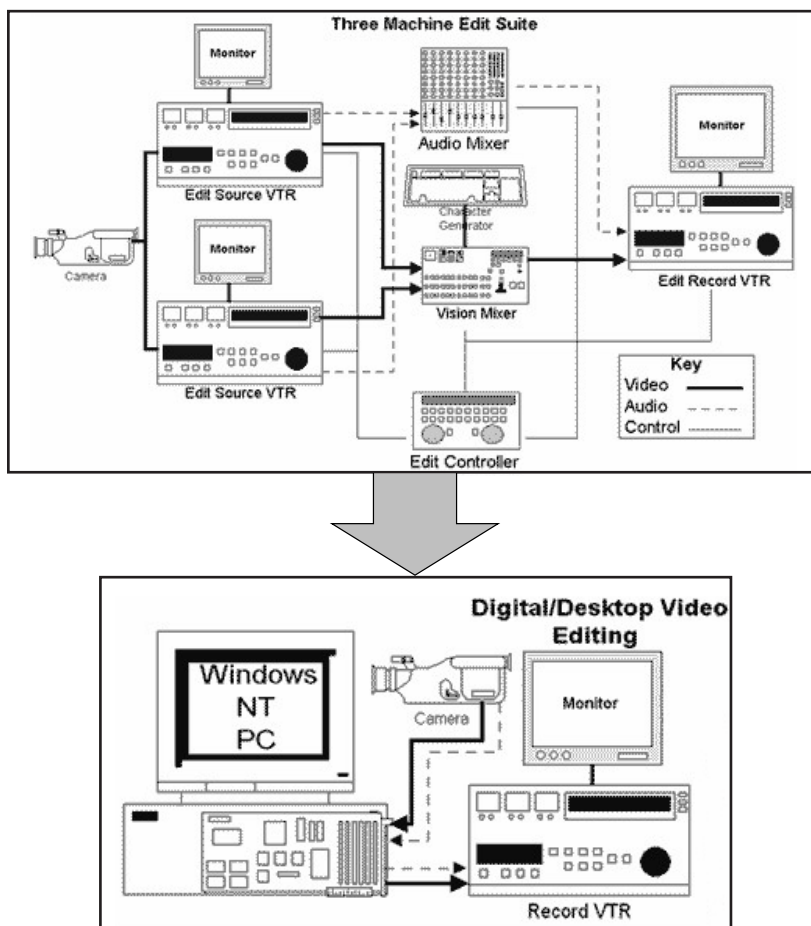


Рис. 5.12. Монтажная система Three Machine Edit Suite

Вышеописанные преимущества нелинейных монтажных систем привели к их повсеместному распространению. Однако в первое время они в основном использовались для задач пост-производства. Для создания любого микшерского перехода/эффекта между двумя клипами (А и В) в оперативной памяти компьютера необходимо одновременно содержать кадры как заканчивающегося клипа А, так и начинающегося клипа В, последовательно загружая их с жесткого диска, декомпрессируя и производя просчет новых кадров результирующего клипа, затем осуществляя обратную компрессию и запись на диск. Этот процесс, называемый рендерингом (rendering), иллюстрируется следующей схемой (рис. 5.13):



Каждый кадр видеоклипа при загрузке с жесткого диска декомпрессируется и подвергается обработке. Результат опять компрессируется и записывается на жесткий диск как кадр нового клипа

Рис. 5.13. Рендеринг

Современные платы нелинейного монтажа для операций компрессии и декомпрессии видео эффективно задействуют установленные на них микросхемы, что, безусловно, ускоряет рендеринг, но не приводит к его выполнению в реальном времени. Для достижения последнего необходимо использование специализированного вычислительного устройства, «заточенного» на просчет определенного класса эффектов и переходов. Забегая вперед, отметим, что поскольку набор аппаратно выполняемых эффектов фиксирован для каждого устройства и зави-

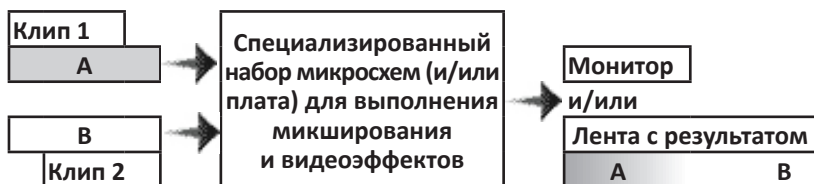
сит от его специализации и модели, то всегда будут возникать нестандартные задачи, полностью или частично загружающие процессор компьютера. Это тем более верно, что одним из преимуществ цифрового редактирования видео является возможность почти неограниченного творческого самовыражения, реализации оригинальных идей и создания сколь угодно сложных и неповторимых эффектов.

Однако даже наличие подобного специализированного устройства само по себе не решает проблему рендеринга – на его вход необходимо одновременно подавать два потока декомпрессированного видео. К счастью, общий уровень развития компьютерной техники, достигнутый за последние годы, позволяет и эту сложную задачу эффективно решать на базе стандартного РС – при определенной оптимизации его дисковой подсистемы.

Таким образом, системы нелинейного монтажа реального времени используют двухпотокową плату компрессии/декомпрессии видео и дополнительную плату собственно цифровых эффектов. Впрочем, набор микросхем для выполнения в реальном времени заданных эффектов микширования может быть установлен и прямо на плате компрессии (например, как у Pinnacle Systems ReelTime – более 130 двумерных эффектов выполняется в реальном времени). И даже при этом может быть использована дополнительная плата, расширяющая набор аппаратно выполняемых эффектов (например, Pinnacle Systems ReelTime NITRO = ReelTime + Genie).

Оперируя с двумя потоками, подобные цифровые системы могут выполнять в реальном времени и другие необходимые функции, присущие классическим монтажно-микшерским аналоговым комплексам, например, титрование (titling) или различные виды рирпроекции («keying», «ключевание», проекции с использованием эффектов прозрачности).

Двухпоточковый процесс монтажа выглядит следующим образом (рис. 5.14).



Видео с жесткого диска декомпрессируется и в два потока одновременно подается на блок выполнения эффектов. Результат в реальном времени снимается с выхода и записывается на ленту или отображается на мониторе

Рис. 5.14. Двухпоточковый процесс

Резюмируя, повторим основные преимущества такого подхода.

Эффекты и переходы, титрование и рирпроекции выполняются в реальном времени.

Оператор может быстро менять параметры переходов, достигая искомого результата без затрат времени на просчет многочисленных вариантов.

Отсутствие повторных циклов операций компрессии/декомпрессии, что обеспечивает более высокое качество результирующего видео. В двухпоточковых системах первый раз видео компрессируется при оцифровке и записи на жесткий диск, второй раз декомпрессируется перед подачей на блок эффектов и выводом результата. Напомним, что в однопоточковых системах этот цикл выполняется, по крайней мере, дважды: первый раз при записи на диск исходного видео и последующем восстановлении перед просчетом эффекта, второй раз при записи на диск результата просчета и его восстановлении для окончательного вывода (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Достоинства и недостатки линейной и нелинейной аппаратуры

	Достоинства	Недостатки
Линейная аппаратура	При любых действиях полный видеосигнал Высокая оперативность (особенно при большом количестве исходников) Легкость работы с большим количеством дублей Создание эффектов в реальном времени Большая надежность аппаратуры	Большая зависимость качества от количества перезаписей Громоздкость аппаратуры При любой последующей корректировке необходимо стирать и записывать сигнал заново Трудность обучения обслуживающего персонала Необходимость предварительного перевода композитного сигнала в компонентный
Нелинейная аппаратура	Сохранение сигнала в случае сбоя аппаратуры Не требует перезаписей Мгновенный доступ к любому кадру Совместимость со многими цифровыми и нелинейными системами Небольшая цена по сравнению с аналоговой аппаратурой Возможность изменения смонтированного материала в любое время и в любом месте Возможность работы с большим количеством звуковых дорожек	Любая «склейка» происходит в реальном времени Компрессия сигнала, вызывающая ухудшение качества Требуется много времени на ввод сигнала в компьютер Требуется перевода сигнала в аналоговый при записи на кассету Необходима большая аккуратность при подготовке и во время монтажа Трудность чередования двух и более программ при работе на одном компьютере Чем больше записано исходного материала, тем хуже работает аппаратура

Файлы с результирующими клипами нет необходимости записывать на диск, что позволяет экономить пространство последнего.

Высокое качество налагаемых на исходное видео титров (отсутствуют искажения границ букв и другие артефакты, обусловленные неизбежными ошибками MJPEG компрессии). В двухпоточковых системах титры (так же как и другая компьютерная графика) сразу идут на вывод, минуя промежуточный этап компрессии и записи на диск.

§ 3. Редакторы видео

Adobe Premiere Pro (Adobe Systems, Inc.) – наиболее распространенный редактор видео. Исторически Premiere входил в состав подавляющего большинства плат для компьютерного видеомонтажа (чем частично и объясняется его широкая популярность). Одно из основных достоинств программы – наличие на рынке множества подключаемых к ней модулей (plug-in), многократно расширяющих ее возможности. Из недостатков следует отметить некоторую усложненность интерфейса и не очень устойчивую работу.

Ulead MediaStudio Pro 8.0 (Ulead Systems, Inc.) – программа включает в себя целый пакет функций предназначенных для различной работы с видео и аудиоинформацией. Каждая из программ может использоваться независимо от других, но в любой момент можно быстро переключиться между ними, чтобы внести нужные изменения.

1. Video Capture – программа для захвата видеоизображения работающая с различными устройствами видеоинформации, такими как: видеомagneтофон, телевизор, ТВ-тюнер, видеокамера (аналоговая или цифровая) или любое другое устройство, подключенное к компьютеру.

2. Video Editor – (основная программа пакета), видеоредактор для редактирования видеофайлов различных форматов и создания множества видеоэффектов.

3. Audio Editor – аудиоредактор для записи, микширования и редактирования звука и создания разных звуковых эффектов.

4. CG Infinity – программа для создания титров и связанных с ними визуальных анимационных эффектов.

5. Video Paint – программа для добавления графических рисунков как к отдельным кадрам видеопоследовательности, так и ко всему клипу сразу.

Sony Vegas PRO 16 (Sonic Foundry, Inc.) – профессиональная программа для многодорожечной записи, редактирования, монтажа видео и аудио потоков. Инструменты, содержащиеся в Vegas Pro, дают возможность редактирования и обработки в реальном времени форматов DV, AVCHD, HDV, SD/HD-SDI и XDCAM™, точную корректировку аудио, создание объемного звука и двухслойных DVD. Вы можете прожечь Blu-ray диски прямо с таймлайн для сохранения записи в высоком качестве. Создание стандартных DVD со сложным видео, субтитрами, многоязычным меню и добавление комментариев не составит никакого труда. В представленной версии программы у вас есть возможность следить за движением, что дает возможность формировать качественные, высококлассные видеоролики на уровне всемирно известных кинокартин. Данная функция разрешает использовать фильтры и маски для движущихся предметов. Если вы ранее пользовались данной программой, то помните, что функция выравнивания изображения присутствовала и раньше, однако в Sony Vegas Pro 16 она улучшена в соответствии с современными стандартами. Благодаря ей можно даже самую размазанную картинку превратить в очень качественную.

Небольшая ремарка – ни один из этих редакторов не выпускался фирмой-разработчиком в русифицированном варианте. Поэтому любые имеющиеся в продаже так называемые «русские версии» – это продукты неизвестных умельцев, и работоспособность этих программ в большинстве случаев оставляет желать лучшего. Вряд ли стоит вместо монтажа своих фильмов исследовать различные причины «падений» видеоредактора, так что настоятельно рекомендуем не покупать и не пользоваться «русскими» версиями этих программ.

ViXen Video Enhancer (Xentrik Software) – один из первых появившихся в продаже недорогих программных продуктов для мониторинга и коррекции видео. Она работает в Windows и используется как подключаемый модуль для пакетов Adobe Premiere, FAST VMStudio+ и in:sync Speed Razor. ViXen содержит программные осциллограф и вектроскоп, а также инструменты для независимой регулировки ряда параметров, в том числе фазы, цветности, яркости и уровней черного. Кроме того, ViXen прекрасно выполняет функции подавления шума и повышения резкости изображения. С их помощью зашумленное и темное видео можно сделать чище и светлее. Как и в случае с многими другими подключаемыми фильтрами те изменения видеосигнала, которые выполняются с помощью ViXen, требуют рендеринга. Окна вектроскопа и осциллографа, к сожалению, слишком малы. По сообщению разработчиков, в следующей версии будет реализована пользовательская настройка размеров. В целом ViXen остается мощным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андерсен, Б. Б. Мультимедиа в образовании: специализированный учебный курс / Б. Б. Андерсен, Катя ван ден Бринк. – М. : Обучение-Сервис, 2005. – 215 с.
2. Борисов, А. Л. Основы мультимедиа-технологий : учебное пособие / А. Л. Борисов, И. И. Емельянова. – Тверь : Тверской государственный технический университет, 2011. – 223 с.
3. Литюк, В. И. Методы цифровой многопроцессорной обработки ансамблей радиосигналов. / В. И. Литюк. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 592 с.
4. Тихомирова, Т. М. Модели дискретного выбора : учебное пособие / Т. М. Тихомирова, А. Г. Сукиасян. – М. : РУСАЙНС, 2018. – 208 с.
5. Основы web-технологий. Курс лекций / [П. Б. Храмцов и др.] – М. : Интернет–Университет Информационных Технологий : Бином, 2007. – 374 с.
6. Суханова, Н. Т. Мультимедиа технологии в образовании : учебное пособие / Н. Т. Суханова, С. А. Балунцова. – Н. Новгород : Мининский университет, 2018. – 124 с.
7. Фабрикантова, Е. В. Интерактивные технологии и мультимедийные средства обучения : учебное пособие / Е. В. Фабрикантова, Е. Е. Полянская, Т. В. Ильясова. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 334 с.

Учебное издание

Орехов Павел Васильевич,
кандидат технических наук

Галиев Денис Вадимович

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Редактор *Чеботарева С. О.*

Корректор *Титова В. П.*

Компьютерная верстка *Киселева М. Е.*

Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя
117997, г. Москва, ул. Академика Волгина, д. 12

Подписано в печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 251 экз.
10.09.2021	Цена договорная	Объем 3,39 уч.-изд. л.
Заказ № 75		5,81 усл. печ. л.
