

МУЛЬТИМЕДИА И ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*В.Н. Карнаухов, Н.С. Мерзляков, М.Г. Мозеров
Институт проблем передачи информации РАН*

1. Введение

Мультимедиа технология, по смыслу этого слова, призвана объединить в себе все современные электронные и полиграфические массмедиа (телевидение, радио, газеты, журналы и т.п.) на основе новых компьютерных достижений. Мультимедиа технологии - это постоянно растущая среда, в которой можно найти новые возможности для работы, образования, развлечения и многого другого.

В последнее время наблюдается настоящий бум в области разработки и создания мультимедиа-программ. Это связано со стремительным удешевлением компьютеров и накопителей для компакт-дисков, звуковых плат и т.д., которые перестали быть предметом роскоши даже в России, а тем, у кого компьютер уже есть, доведение его до разряда мультимедиа-компьютера обходится совсем недорого. Поэтому рынок потенциальных потребителей мультимедиа-программ растет стремительно и неуклонно.

Отправной точкой для развития современных мультимедиа технологий стали: Internet, как часть современной информационной культуры, технология цифровых аудио дисков (Audio CD) и емких CD-ROM дисков, а также разработка новых информационно-емких стандартов кодирования видео и аудио информации MPEG и JPEG.

Всемирная компьютерная сеть Internet поставила целью объединить в себе все элементы массмедиа, с одной стороны и свободный обмен информацией с другой, столкнулась с необходимостью перевода информационных потоков на цифровой язык компьютеров - основных носителей информации в сети.

Internet - огромный информационный рынок и потребности этого рынка перевели многие чисто теоретические задачи в практическую плоскость технологичных решений. Так главным препятствием на пути свободного информационного обмена встала проблема ограничения пропускной способности существующих информационных сетей. Для преодоления этого препятствия были разработаны прогрессивные способы сжатия визуальной и аудио информации JPEG (кодирование неподвижных изображений) и MPEG (кодирование движущихся изображений и звуковой информации).

Появление компакт-дисков (сначала Audio CD, а затем и CD-ROM) привело к конкурентному к сетевым способу обмена цифровой информации. В настоящее время издания мультимедиа находят самый широкий спрос на рынке информации. Мультимедиа издания: энциклопедии, учебные пособия, презентации и базы данных стали реальностью, Однако жесткая привязка к компьютеру сокращает число

потенциальных пользователей CD мультимедиа приложений, так как предполагает от последних начальных навыков работы с персональным компьютером. Поэтому со временем возникло много новых технических решений. Одно из них разработанный фирмой Philips новый мультимедийный стандарт CD-i (прообразом которому являлся стандарт интерактивного кабельного телевидения), базирующийся на компьютерной приставке к бытовому телевизору. При разработке этого стандарта в первую очередь учитывался "человеческий фактор" и многие новые прогрессивные разработки также учитывают этот фактор.

Задача авторов - кратко рассказать об основных этапах разработки мультимедиа-программ и некоторых общих проблемах, с которыми нам пришлось столкнуться, а также способах их решения.

2. Мультимедиа технологии на основе компакт-дисков

Основным носителем мультимедиа изданий в настоящее время является компакт-диск. Идея использования оптических сред для хранения информации зародилась в конце шестидесятых годов в исследовательских лабораториях компании Филипс и была впервые реализована в 1981 году в виде оптического диска LaserVision с аналоговой записью видео и аудио сигналов. Годом рождения компакт-диска считается 1982 год - год рождения цифрового аудио компакт-диска. На рис.1 схематично представлены этапы развития основных типов семейства компакт-дисков.

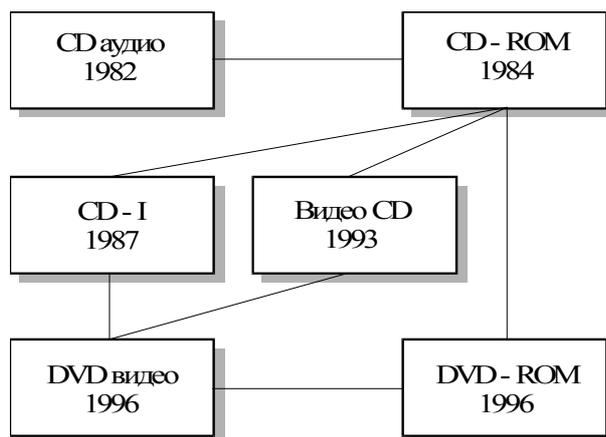


Рис.1. Основные этапы развития компакт-дисков.

При всем различии их объединяет использование цифровых методов представления и записи данных, что позволяет записать на диск диаметром 120

миллиметров до 720 МБайт цифровой информации (кроме DVD диска). Физический уровень записи данных для всех дисков одинаков - это спиралевидная дорожка, разбитая на сектора по 2352 байт информации в секторе. Каждый сектор содержит данные пользователя и служебную информацию, объем которой зависит от типа диска и файловой структуры операционной системы. Создание компакт-диска включает в себя несколько этапов: технологический (сбор и обработка информации), юридический (приобретение прав на информацию), собственно разработка (authoring), премастеринг, мастеринг диска и его промышленное изготовление.

Однако прежде чем приступить к первому этапу, вам надо решить, для чего вы хотите все это делать. Не в философском, а в более практическом смысле: мы имеем в виду платформу, на которой будет работать диск. Будет ли это Windows, Macintosh или гибридная платформа? В зависимости от этого вы будете выбирать и средства создания диска.

Древовидная структура основных типов компакт-дисков представлена на рис. 2, где после названия типа диска во второй строке указано название документа, в котором описан его стандарт ("красная книга" для CD-аудио, "желтая книга" для CD-ROM и т.д.).

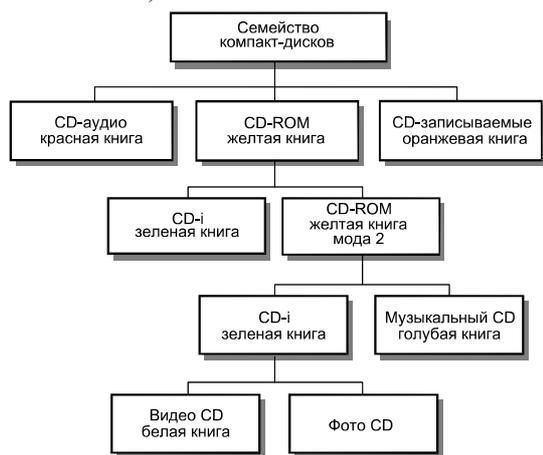


Рис. 2. Древовидная структура семейства основных типов компакт-дисков.

Классический стандарт записи компакт-диска различается по цифровым форматам. Самый ранний формат (описание его дано в так называемой "красной книге") - это аудио компакт-диск, структура которого делится на треки (обычно фрагмент аудио записи) без внутренней структуры внутри трека. Проигрываться такие диски могут на специальных устройствах, либо на компьютерах распознающих этот формат. Стандарт разрабатывался как альтернатива аналоговым носителям звуковой информации: виниловым дискам и кассетам с магнитной пленкой.

К первым файловым форматам относятся видео компакт-диски (Video CD "белая книга") и CD-ROM. Video CD как и Audio CD создавался как альтернатива аналоговым носителям видео информа-

ции: видео кассетам с магнитной пленкой VHS. Такая возможность появилась только после разработки стандарта кодирования движущихся изображений MPEG. Файловая структура CD-ROM практически ничем не отличалась от файловой структуры жестких и гибких дисков компьютеров, и предназначалась для внесетевого обмена информацией.

Особый формат разработала фирма Philips - CD-i ("зеленая книга"). Приставка "i" происходит от слова "interactive" - интерактивный. Этот формат был продолжением интерактивного телевидения (сетевой аналог кабельного телевидения), насчитанного на операционную систему OS-9 и процессор Motorola 68000. Поэтому телевизионные приставки способные проигрывать наряду с базовым CD-i стандартом и Audio Video CD, а также диски Photo-CD фирмы Kodak, унаследовали и операционную систему OS-9 и базовый процессор семейства Motorola 68000.

Следующим шагом в развитии форматов записи компактных дисков стал стандарт "желтой книги" - CD-ROM XA. Этот формат призван был совместить форматы CD-ROM с форматами CD-i и Video CD. Одним из вариантов CD-ROM XA формата является и Bridge формат.

Сейчас фирмами Philips и Sony разработан новый стандарт записи на компакт-диски - так называемый DVD - диск высокой плотности записи. На такой диск можно записать свыше 4 гигабайт информации.

3. Технические средства разработки мультимедиа изданий

Авторы данной работы принимали непосредственное участие в создании одной из первых в России мультимедиа студии, где наряду с созданием CD-ROM, видео и аудио компакт-дисков было налажено выпуск CD-i и Bridge компакт-дисков.

Работу над мультимедийным изданием (исключая разумеется сценарную и идейную часть, можно условно разделить на три части.

Первая, это оцифровка аналоговых данных: слайдов, видеофильмов, фонограмм, текстовой информации. На этой стадии работа ведется со сканирующими устройствами, кодировщиками, и специальным программным обеспечением.

Так, в упомянутой выше студии, на оцифровке цветных и черно-белых изображений работают два сканирующих устройства: AGFA Arcus II и Leafscan. Эти сканирующие устройства подключены к компьютерам PowerPC фирмы Macintosh. Эти же компьютеры снабжены встроенными платами оцифровки видеосигналов VHS и S-VHS под формат Quicktime. В студии есть также специальный комплекс Delta-Vx на базе компьютера Macintosh Quadra 6500 и специального вычислительного устройства, позволяющий оцифровывать и кодировать в формат MPEG видеосигнал Betacam. Ввод текстовой информации осуществляется либо опе-

ратором, либо сканирующим устройством дополненным программным обеспечением, распознающим текст.

Вторая часть заключается в компоновке оцифрованного материала в программный продукт, который позволяет пользователю работать с диском так, как это предусматривает дружественный интерфейс.

Программное ядро будущего мультимедиа издания строится на основе сценария и дизайн проекта. Для компоновки программного кода в студии используется как стандартное программное обеспечение, так и отдельные модули создаваемые в интегрированных средах Visual C++, Borland C++, Delphi. Стандартное программное обеспечение MediaMogul для формата CD-i, Macromedia Director для дисков совместимых с операционными системами IBM PC и MAC компьютеров, Delta-VX, для создания Video CD дисков.

Обработка оцифрованных изображений, разработка дизайна интерфейса пользователя осуществляется с помощью хорошо известных программ фирм: Adobe (Photoshop, Premier, Illustrator), CorelDrow, Macromedia. Для создания компьютерной графики также применяются программы фирмы Autodesk 3D Studio и 3D MAX. При необходимости используются базы данных, такие например как Access для Windows. Сопутствующие Мультимедиа изданию полиграфические приложения (рекламные плакаты, конверты и т. п.) готовятся на основе рабочего материала в программных средах QuarkXpress и PageMaker. Подготовка и монтаж аудио материалов осуществляется на дополнительном профессиональном цифровом комплексе.

Наконец третья, заключительная часть работы - это подготовка мастер диска, то есть записанного образца будущего диска, подлежащего тиражированию. Как только на втором этапе работы подготовлен цифровой образ диска, его прожигают с помощью устройства фирмы Philips и программного обеспечения CDITALL или Toster.

Все компьютеры (IBM PC и PowerPC) объединены в локальную сеть с общим сервером, где осуществляется накопление обработанной информации и отлаженных программных модулей будущего образа диска.

4. Применение мультимедиа технологий

4.1. CD-ROM мультимедиа издания

CD-ROM диски - наиболее часто встречающийся продукт мультимедиа технологий. С возникновением емких носителей информации (компакт-диски) с одной стороны, и появлением мультимедийных адаптеров аудио и визуальной информации на компьютерах нового поколения появилась возможность видоизменить традиционное программное обеспечение, таким образом, что оно стало понятно и доступно для непрофессионального пользователя. Новые возможности облекли традиционное программное

обеспечение в форму издания, перенимая опыт, как полиграфии, так и электронных массмедиа. Все же процесс создания, да и форма подачи материала в CD-ROM дисках во многом унаследовали приемы профессиональных программистов, разработчиков программных сред. Поэтому трудно отделить процесс создания и специфику CD-ROM дисков от создания других программ для компьютеров. Тем не менее многие мультимедиа издания подготовлены в среде Macromedia Director. Этот программный продукт развивался параллельно с развитием мультимедиа технологий и вобрал в себя опыт создателей компакт-дисков.

Как и любой другой компакт-диск CD-ROM требует три этапа создания образа диска: оцифровка и обработка видео, аудио и текстового материала, компоновка программного продукта в соответствии с замыслом сценария, наконец прожиг "золотого" мастер диска.

4.2. CD-i мультимедиа издания

Фирма Philips разработала новый мультимедийный стандарт, базирующийся на компьютерной приставке (на основе операционной системы OS-9 и процессора Motorola 68000) к бытовому телевизору. Преимущество нового стандарта (CD-interactive, или CD-i) заключается в том, что пользователь получает доступ к мультимедиа информации через понятный, дружественный, созданный на языке пользователя интерфейс-меню сразу после установки диска в компьютерную приставку. Базовым устройством отображения является бытовой телевизор. Это привносит в процесс создания мультимедиа приложения на CD-i технические и психофизические проблемы неизвестные создателям CD-ROM мультимедиа продукта.

Также как и для создания CD-ROM дисков для CD-i разработана базовая среда компоновки образа диска. Это программный продукт той же фирмы, что выпускает Director - Macromedia. MediaMogul - так называется среда, создавалась с учетом специфики телевизионного интерфейса CD-i продукта. Кроме того, существует развитая библиотека на языке высокого уровня C. Эта библиотека позволяет программисту использовать опыт других специалистов, работавших над созданием CD-i.

Распространение CD-i пока ограничено отсутствием хорошо разработанного рынка продажи бытовых приставок для этого формата компакт-дисков. Тем не менее, у CD-i есть своя информационная ниша, связанная прежде всего с рекламной и сервисной работой крупных фирм и государственных учреждений.

4.3. CD-i бридж мультимедиа издания

CD-i bridge стандарт позволяет проигрывать CD диск на различных платформах компьютерных систем. В том числе на Audio & Video CD и CD-i плеерах, на компьютерах IBM PC и MAC. Основная задача при создании программного обеспечения, ра-

ботающего на различных платформах, - это создание CD-ROM XA версий программных приложений и компоновка программ различных по платформам в единую файловую структуру CD-ROM XA. Первая часть этой задачи разрешается достаточно легко, так как в настоящее время существует стандартное программное обеспечение, позволяющее создавать CD-ROM XA структуру для всех перечисленных ранее компьютерных платформ. Вторая часть задачи значительно более сложная из-за отсутствия специального программного обеспечения, позволяющего скомпоновать исходные файлы CD-ROM XA стандарта в одну файловую структуру. Эта задача была решена авторами во время работы над первым CD-i диском в России "Рерих".

4.4. Видео-CD диски

Технический процесс создания Video CD достаточно прост. По сути дела цифровой образ компакт видео диска является MPEG кодированным файлом сигнала с телевизионной мастер магнитной ленты в формате Betacam и небольшого количества заголовочной служебной информации. При наличии подготовленного в любом телевизионном стандарте материала, создание видеодиска обычно не вызывает технических трудностей. Исключением можно считать непредвиденные монтажные работы, но в этом случае аппаратура обыкновенной мультимедиа студии не гарантирует профессионального качества видео монтажа.

4.5. Фото-CD диски

Фирма Kodak разработала специальный формат как компакт-дисков так файлов цифровых изображений. Основная задача, стоявшая перед разработчиками - создание бытового, доступного рядовому потребителю архива фотоизображений. Стандарт предусматривает двунаправленную технологическую цепочку: автоматизированная оцифровка с фото пленки, запись на компакт-диск, возможность просмотра на телевизоре с помощью Photo-CD приставки или драйвера для персонального компьютера полученных цифровых изображений (с разрешением от 320X240 до 2560X1920), и наконец возможность печати фотографий с цифровых негативов. Как правило, созданием таких компакт-дисков занимаются специально оборудованные студии фирмы Kodak, но при наличии программного продукта можно записать диск в этом формате и в обычной мультимедиа студии, но фирма создатель формата не гарантирует в этом случае качества оригинала, полученного из восстановленного архивированного изображения.

4.6. DVD диски

Фирмами Philips и Sony разработан новый стандарт записи компакт-дисков - так называемый DVD - диск высокой плотности записи. На такой диск можно будет записать свыше 4 Гбайт цифровой информации. В первую очередь предполагается, что на этих дисках будет записана видеoinформация соот-

ветствующая телевидению высокой четкости, что соответствует цифровому формату MPEG-2. Сейчас трудно предугадать последствия разработки нового формата, но можно уверенно прогнозировать, что традиционные Audio CD, CD-ROM и CD-ROM XA технологии воспользуются предоставленными возможностями по емкости диска. В самом деле нет никаких принципиальных препятствий для создания на основе DVD сверх емких CD-ROM дисков.

4.7. Работа в INTERNET на базе CD-i плеера

Созданный на основе операционной системы OS-9 плеер-приставка CD-i был предусмотрительно снабжен внешними шинами, позволявшими расширить эту приставку до состояния персонального компьютера. Это при том, что плеер разрабатывался в качестве альтернативы к компьютерам. В тоже время INTERNET в настоящее время является неотъемлемой частью мультимедиа технологии, поэтому разработка программного обеспечения на компакт-диске CD-i, позволяющей простому пользователю использовать бытовой телевизор как терминал всемирной сети, было вполне логичным. Таким образом, две ветви мультимедиа технологий: сетевой и на компакт-дисках нашли точку соприкосновения.

5. Конкретная реализация CD-технологий

5.1. CD-i мультимедиа издание "Николай Рерих"

Одним из примеров CD-i мультимедиа изданий является первый изданный в России CD-i диск "Николай Рерих". Для его разработки были использованы, в основном, программные средства "MediaModul". В ходе работы были исследованы особенности визуализации высококачественного графического иллюстративного материала на базе CD-i мультимедиа технологий, предполагающих использование мониторов телевизионного стандарта. Кроме того базовое программное обеспечение было скорректировано, также как и базовый CD-i под CD-i bridge стандарт. Таким образом, часть издания может быть доступна в стандарте CD на компьютерах IBM PC.

Первая сложность, с которой наша группа столкнулась в работе с иллюстративным материалом, была связана с малой разрешающей способностью базового формата неподвижных изображений в CD-i стандарте (DYUV - 384X280 pics). Единый стиль, разработанный дизайнерами под это издание, требовал высокого разрешения на всех стадиях интерфейса. Поэтому было решено заменить базовый формат на так называемый формат высокого качества (high quality CD-i image format: 768x560 pixels). Программное обеспечение, поставляемое фирмой Philips не позволяло использовать этот формат для интерактивных меню. В силу этого нашей группе пришлось модифицировать стандартное математическое обеспечение с одной стороны и первоначальный логический дизайн издания с другой. Особенность High quality CD-i image формата является

его ориентированность на телевизионный стандарт. Это значит, что цветное кодирование ограничивает локальную контрастность кодируемого изображения. Следовательно, во избежании неприятных эффектов (горизонтальный смаз на контрастных границах областей, перекопирование выходного изображения) необходимо было произвести предварительную фильтрацию изображений. Параметры фильтров выбирались на основе критериев максимального качества восприятия.

Единый фон, предусмотренный глобальным дизайном издания привнес дополнительные трудности в процесс обработки иллюстративного материала, так как с одной стороны необходимо было сделать различимыми набор уменьшенных картин на меню или скомпенсировать дефекты съемки, но при этом сохранить глобальный контраст, во избежание эффекта скачка фонового контраста при переходе с более высокого уровня интерактивного меню на более низкий и наоборот.

Вторая проблема, с которой пришлось столкнуться нашей группе заключалась в значительном дефиците информационной емкости CD-i издания по сравнению с CD-ROM изданиями. Так, например, в слайд-шоу стандарт CD-i предусматривает единый поток звуковых и визуальных данных. Такое ограничение привело к необходимости разумного компромисса между качеством звука, изображения, подбора иллюстративного материала и частотой смены кадров. Это потребовало специального согласования с разработчиками общей дизайн архитектуры CD-ROM версии диска.

Кроме того, особенности восприятия информации в телевизионном контексте (настрой на отдых и более упрощенную подачу материала) потребовали сократить текстовую информацию и дополнить звуковую, что также повлекло за собой переделку первоначального сценария и дизайна.

CD-i bridge стандарт позволяет проигрывать CD диск на различных платформах компьютерных систем. В том числе на Audio & Video CD и CD-i плеерах и на компьютерах IBM PC. Основная задача при создании программного обеспечения, работающего на различных платформах, - это создание CD-ROM XA версий программных приложений и компоновка программ различных по платформам в единую файловую структуру CD-ROM XA. Первая часть этой задачи разрешается достаточно легко, так как в настоящее время существует стандартное программное обеспечение, позволяющее создавать CD-ROM XA структуру для всех перечисленных ранее компьютерных платформ. Вторая часть задачи значительно более сложная из-за отсутствия специального программного обеспечения, позволяющего компоновать исходные файлы CD-ROM XA стандарта в одну файловую структуру.

Для совмещения файловых структур CD-i и IBM PC, было задействовано стандартное программное обеспечение для компоновки Video CD

дисков. Это обеспечение позволило модифицировать стандартный скрипт файл данного программного обеспечения ("VideoCDMaster") таким образом, что часть файлов в выходной структуре CD-ROM XA являлись исполнительными модулями для платформы компьютера IBM PC, а часть общими данными для Video CD, CD-i и IBM PC версий программы Bridge диска.

5.2. CD-i бридж диск "Москва для вас" (CD-ROM, CD-i, Video CD)

Другим примером конкретной реализации мультимедиа изданий в России является CD-i бридж диск "Москва для вас". Издание посвящено 850-летию столицы. В издании задействовано более двух тысяч изображений. Обработка такого количества визуальной информации требовало от группы применения всего арсенала знаний, накопленного в области цифровой обработки информации. В ходе работы были исследованы особенности визуализации высококачественного графического иллюстративного материала на базе CD-i мультимедиа технологий, предполагающих использование мониторов телевизионного стандарта. Кроме того, базовое программное обеспечение было скорректировано, также как и базовый CD-i под CD-i bridge стандарт. Таким образом, CD-i часть издания может быть доступна в стандарте CD на компьютерах IBM PC.

Часть иллюстративного материала издания представлена в видео формате MPEG. Если для CD-i формата это штатный формат, то для CD-ROM части требуется дополнительные программы для проигрывания видео роликов.

Для экономии информационной памяти носителей, была разработана программная структура, позволяющая использовать один и тот же MPEG файл во всех трех независимых частях издания (CD-ROM, CD-i, Video CD).

Первые отклики на издания были положительные. В первую очередь отмечается профессионализм создателей диска.

Заключение

Перспективы развития мультимедиа технологий, следует связывать с тремя направлениями. Это Internet с повышенной возможностью обмена данных, развитие технологии новых информационно сверх емких носителей типа DVD, наконец развитие мультимедийных устройств, таких как дисплеи, видео и аудио адаптеры.

Internet уже сейчас является мультимедийным гипертекстом с большими возможностями. Программы Internet навигаторы позволяют пользователю быть соучастником создания мультимедийного приложения. Он сам выбирает и тему и способ восприятия. Единственным фактором сдерживающим развитие мультимедийных технологий является не достаточно высокая пропускная способность сетевых каналов. Решение этой проблемы идет двумя путями: развитием новых, высоко компрессионных

форматов для передачи данных, и развитие многоканальных спутниковых сетей, по аналогии со спутниковым телевидением.

Создание информационно сверхемких носителей и новые форматы данных также позволят создавать недоступные до сих пор возможности. Так, например, в разрабатываемом формате видео-аудио данных MPEG-5 предусмотрена возможность закодировать трехмерную информацию об объекте и при наличии специальных устройств пользователь сможет воспринимать объемное изображение, что, как доказано психологами является важнейшим фактором развития абстрактного мышления у человека.

Естественно с увеличением информационной емкости мультимедиа изданий и сетевых каналов необходимо развивать и качество передачи звука и изображения. Так MPEG-2 (базовый формат для DVD) предусматривает возможность четырехкратного увеличения разрешения видео сигнала, что может составить конкуренцию продукции кино. В настоящее время во всем мире ведутся исследовательские работы по созданию трехмерных дисплеев, как голографического, так и телевизионного типа. В

случае успешного завершения этих разработок, мультимедиа технология получит еще одну возможность для дальнейшего развития информационно сверхемких носителей.

Литература

1. Petrenko A.I. *Multimedia// Trade-publishing bureau BHV* - Kiev 1995, p. 240.
2. Stetsenko A.A. *All about Multimedia// Trade-publishing bureau BHV* - Kiev 1996, p. 248.
3. Heller D., Heller Dor. *Multimedia Business Presentations: Customized Applications// Trade-publishing bureau BHV* – Kiev, 1997, p. 240.
4. Карнаухов В.Н., Кожевников А.П., Мерзляков Н.С., Мозеров М.Г.. Методы, средства и цифровая обработка изображений для мультимедиа // Международный симпозиум “Информационная оптика: научные основы и технология (OIST-97), г. Москва, Россия, РАН, 27-30 августа 1997// Тезисы докладов, с.33.
5. Karnaukhov V.N., Kozhevnikov A.P., Merzlyakov N.S., Mozerov M.G. *Methods, tools, and digital image processing in multimedia// Proc. of SPIE* (in print), 1998.

Multimedia and application of modern electronic technologies

*I.V.N. Karnaukhov, N.S. Merzlyakov, M.G. Mozerov
Institute for Information Transmission Problems of RAS*

Abstract

Recently, there has been a real boom in the development and creation of multimedia programs. The task of the authors is to briefly describe the main development stages of multimedia programs and some common problems that we had to face, as well as the ways to solve them.

Citation: Karnaukhov VN, Merzlyakov NS, Mozerov MG. Multimedia and application of modern electronic technologies. *Computer Optics* 1997; 17: 125-130.

References

- [1] Petrenko A.I. *Multimedia*// Trade-publishing bureau BHV - Kiev 1995, p. 240.
- [2] Stetsenko A.A. *All about Multimedia*// Tradepublishing bureau BHV - Kiev 1996, p. 248.
- [3] Heller D., Heller Dor. *Multimedia Business Presentations: Customized Applications*// Tradepublishing bureau BHV – Kiev, 1997, p. 240.
- [4] Karnaukhov VN, Kozhevnikov AP, Merzlyakov NS, Mozerov MG. Methods, tools, and digital image processing in multimedia. *Proceedings of the International Symposium "Optical Information Science and Technology" (OIST97)*; Moscow; RAS; 1997: 33.
- [5] Karnaukhov V.N., Kozhevnikov A.P., Merzlyakov N.S., Mozerov M.G. Methods, tools, and digital image processing in multimedia// *Proc. of SPIE* (in print), 1998.