

**Санкт-Петербургский государственный университет
кино и телевидения**

Фирма «ДИП»

**Международная ассоциация производителей
вещательного оборудования**

Студенческое научное общество

Студенческая секция SMPTE

5-я Международная научно-техническая конференция
и конкурс студенческих работ

**«ЦИФРОВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИАИНДУСТРИИ – 2007»**

31 мая – 1 июня 2007 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Санкт-Петербург

2007

Конференция и конкурс проводятся на кафедре видеотехники
Санкт-Петербургского государственного университета кино и телевидения
Адрес: 191119, Санкт-Петербург, ул. Правды, 13
Проезд: ст. метро «Достоевская», «Владимирская», «Пушкинская»

Конференция: 31 мая 2007 г., 10:00
Финал конкурса: 1 июня 2007 г., 10:00

Тематика конференции отражает современное состояние и перспективы
развития электронной медиаиндустрии

ОРГКОМИТЕТ:

- **К.Ф.Гласман** – заведующий кафедрой видеотехники СПбГУКиТ, член Комитета конференции ИВС, председатель оргкомитета
- **А.Ф.Перегудов** – проректор по научной и инновационной деятельности СПбГУКиТ, генеральный директор фирмы «ДИП»
- **А.В.Белозерцев** – научный руководитель студенческого научного общества СПбГУКиТ

ЖЮРИ КОНКУРСА:

- **А.Ф.Перегудов** – проректор по научной и инновационной деятельности СПбГУКиТ, генеральный директор фирмы «ДИП», председатель жюри
- **М.Солтер** – эксперт по вопросам планирования сектора телерадиовещания IABM
- **О.С.Березин** – генеральный директор фирмы «Невафильм»
- **Л.Н.Баланин** – начальник технического отдела ФГУП «Научно-исследовательский институт телевидения»
- **К.Ф.Гласман** – заведующий кафедрой видеотехники СПбГУКиТ, член Комитета конференции ИВС

ОРГАНИЗАЦИИ – УЧРЕДИТЕЛИ ПРИЗОВ:

- Международная ассоциация производителей вещательного оборудования IABM – две полностью оплаченные поездки в Амстердам на выставку и конференцию IBC (International Broadcasting Convention) в сентябре 2007 г.



- Фирма «ДИП»



- Фирма «Невафильм»



- ФГУП «Научно-исследовательский институт телевидения»



ЧЕТВЕРГ, 31 МАЯ

10:00 – 10:15 **ОТКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ**

А.А.Белоусов, ректор Санкт-Петербургского государственного университета кино и телевидения

А.Ф.Перегудов, проректор по научной и инновационной деятельности СПбГУКиТ, генеральный директор фирмы «ДИП»

М.Солтер, эксперт по вопросам планирования сектора телерадиовещания IABM

10:20 – 13:00 **ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

Е.А.Шарыпов. Видеобраузер для мобильных устройств.

Ю.В.Кухмай. Влияние потери пакетов на субъективное качество изображения в IPTV.

О.Ю.Бандура. Система измерения аудитории радиостанций.

Ю.А.Михедова. Системы-на-кристалле с процессорными soft-ядрами.

Ю.А.Михедова, М.А.Лепнёва. Микропроцессорное ядро с сокращенной системой команд, загружаемое в ПЛИС.

В.В.Борисов. Лабораторный осциллограф с растровым жидкокристаллическим дисплеем.

В.А.Михалёв. Генератор логотипа для вещания в формате ТВЧ.

Е.А.Жуковская. Индикатор уровня звукового сигнала.

13:00 – 13:40 **Перерыв**

А.С.Величко. Разработка программного обеспечения для трёхмерной графики и анимации в среде TURBO PASCAL.

П.С.Бобрышев, Н.Н.Аладинский. Графическое оформление телевизионного эфира: технически интенсивный компьютерный инструментарий в анимационных проектах.

В.Ю.Шадлова. Графическое оформление телевизионного эфира: моделирование перспективы и глубины резко изображаемого пространства в проектах рисованной анимационной графики.

Д.М.Поздеев. Технологии создания и показа 3D-фильмов и изображений.

Т.И.Харунжа, С.В.Чернышов. Оценка заметности расхождения между видео и звуком в цифровом кинематографе.

Т.В.Карезина. Реконструкция цветоделенных киноматериалов цифровым методом.

Т.В.Корчагина. Уменьшение шумов квантования в цифровой системе телекино методом многократной экспозиции.

К.О.Гусев. Коррекция неустойчивости кадра кинофильма в системах цифрового кинематографа.

16:20 – 17:00

Подведение итогов конференции и объявление финалистов конкурса

ПЯТНИЦА, 1 ИЮНЯ

ФИНАЛ КОНКУРСА СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ

10:00 – 11:00

Сообщения финалистов конкурса

11:00 – 12:30

Дискуссия. Модератор – А.Ф.Перегудов.

12:30 – 13:15

Совещание членов жюри

13:15 – 14:00

**ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ КОНФЕРЕНЦИИ И КОНКУРСА.
ЦЕРЕМОНИЯ НАГРАЖДЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ**

А.Ф.Перегудов, проректор по научной и инновационной деятельности СПбГУКиТ, генеральный директор фирмы «ДИП», председатель жюри

М.Солтер, эксперт по вопросам планирования сектора телерадиовещания IABM

О.С.Березин, генеральный директор фирмы «Невафильм»

Л.Н.Баланин, начальник технического отдела ФГУП «Научно-исследовательский институт телевидения»

**St.Petersburg State University
of Film and Television**



D.I.P. Company



International Association
of Broadcasting
Manufacturers

SMPTE
Student Chapter



Student
Scientific Society

V INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL
CONFERENCE and STUDENT COMPETITION
«**DIGITAL AND INFORMATION TECHNOLOGIES
IN ELECTRONIC MEDIA INDUSTRIES – 2007**»

31 May - 1 June 2007

CONFERENCE PROCEEDINGS

St.Petersburg
2007

SPONSORS:

- International Association of Broadcasting Manufacturers (IABM) – two fully paid tours to Amsterdam to attend IBC (International Broadcasting Convention) exhibition and conference, September 2007 year



- D.I.P. Company, St.Petersburg



- NEVAFILM Company, St.Petersburg



- Television Research Institute, St.Petersburg



THURSDAY 31 MAY

10:00 – 10:15 **OPENING REMARKS**

Alexander Belousov, Rector, St.Petersburg State University of Film and Television

Alexander Peregudov, Vice-Rector, Science and Innovations, St.Petersburg State University of Film and Television; General Manager, D.I.P. Company, St.Petersburg

Martin Salter, Strategy Advisor of Broadcasting Department, International Association of Broadcasting Manufacturers

10:20 – 13:00 **1ST SESSION**

Eugene Sharypov. Video Browser for Handheld.

Julia Kuhmay. Packet Loss Effects on the Subjective Quality of IPTV.

Olga Bandura. People-measuring System.

Julia Mikhedova. System-on-Chip with Downloaded Processor Soft-core.

Julia Mikhedova, Maria Lepneva. PLD Downloadable Microprocessor Core with the Shortcut Instruction Code.

Vyatcheslav Borisov. Laboratory Oscillograph with the Raster LCD display.

Vassiliy Mikhalev. HDTV Logotype Generator.

Yelena Joukovskaya. Audio Signal Level Indicator.

13:00 – 13:40 **Coffee Break**

13:40 – 16:20 **2ND SESSION**

Artyom Velitchko. Software development for three-dimensional graphs and animation in TURBO PASCAL environment.

Peter Bobryshev, Nikolay Aladinsky. Graphic Design for Television Broadcasting: Technically Intensive Computer Intrumentary in Animator's Workflow.

Victoria Shadlova. Graphic Design for Television Broadcasting: Perspective and Depth of Field Imitation in Animation Projects.

Dmitriy Pozdeyev. Technologies for 3D film Creation and Exhibition.

Tamara Harunja, Sergey Chernyshov. The Evaluation of Relative Timing of Sound and Visio in Digital Cinema.

Tatyana Karezina. Digital Reconstruction of Color-separated Archive Film Materials.

Tatyana Korchagina. Quantization Noise Reduction in Digital Telecine Systems by Combining Differently Exposed Pictures.

Kirill Gusev. Frame Unsteadiness Correction Methods in Digital Cinema Systems.

16:20 – 17:00

The Jury of the Student Competition Define the Winners of the First Day's Sessions

FRIDAY 1 JUNE

FINAL SESSION

10:00 – 11:00

The First Day's Sessions Winners' Presentations

11:00 – 12:30

Discussion. Moderator Alexander Peregudov

12:30 – 13:15

The Jury of the Student Competition Define the Winners of the Competition

13:15 – 14:00

THE JURY AWARDS THE PRIZES TO THE WINNERS OF THE STUDENT COMPETITION

Alexander Peregudov, Vice-Rector, Science and Innovations, St.Petersburg State University of Film and Television; General Manager, D.I.P. Company, St.Petersburg; Jury Chairman

Martin Salter, Strategy Advisor of Broadcasting Department, International Association of Broadcasting Manufacturers

Oleg Berezin, General Manager, NEVAFILM Company

Lev Balanin, Head of Technical Department, Television Research Institute, St.Petersburg

Е. А. Шарыпов

ВИДЕОБРАУЗЕР ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Eugene Sharyпов

VIDEO BROWSER FOR MOBILE

Мобильные устройства становятся все более многофункциональными и являются одними из наиболее интересных объектов исследований, и в настоящее время многие компании уделяют мобильным технологиям большое внимание. Не за горами общедоступное мобильное телевидение, и поэтому возникает необходимость в удобном средстве для просмотра видео на мобильном терминале. Компания “Telcordia” предложила программу “Tiles”, реализующую концептуально новый подход к просмотру видеоряда, который можно выразить в следующем тезисе: «Следить не только за ключевым кадром, но и за его ближайшим окружением».

Задачей представляемой работы является создание схожего по функциональным возможностям программного обеспечения для мобильного телефона. Данная задача не является тривиальной, поскольку мобильные устройства значительно отличаются от персонального компьютера: во-первых, по параметрам ОЗУ и ПЗУ, во-вторых – по размеру экрана, в-третьих – по возможностям управления. В докладе также освещены задачи, связанные с «окружением» видеобраузера: откуда брать видеоархивы, где они хранятся, какие вопросы при это необходимо решить.

Мобильное видео весьма востребовано, т.к. благодаря ему можно, например, быть в курсе важнейших событий, находясь в пути. Естественно, мобильное видео подразумевает возможность быстрого просмотра из-за многих факторов: разряд аккумулятора, экономия времени и денежных ресурсов. Реализация программы “Tiles for Mobile” открывает большие перспективы в будущем.

О. Ю. Бандура

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ АУДИТОРИИ РАДИОСТАНЦИЙ

Olga Bandura

THE PEOPLE-MEASURING SYSTEM

Для телерадиокомпаний измерение собственной аудитории всегда было весьма актуальной задачей. Информация об аудитории является определяющей при формировании рейтингов каналов, рейтинги влияют на распределение средств на рекламном рынке. Разработанное устройство может существенно повысить эффективность исследований общественного мнения, автоматизировать процесс сбора и обработки данных. Предполагается его установка в семьях, включенной в панель измерений (респондент), для последующего определения прослушиваемого (просматриваемого) респондентом канала, измерения

времени этого прослушивания (просмотра). Поставлены и реализованы следующие задачи: определение канала, на который настроено приемное устройство респондента; определение моментов переключения между каналами; хранение информации о произошедших переключениях и передача её для последующей обработки; определение присутствия респондента в зоне действия приемного устройства, передача и хранение информации о нем.

Основные особенности:

- отсутствие необходимости изменений вещательного оборудования СМИ;
- отсутствие необходимости модификации теле- и радиоприёмников респондентов;
- отсутствие необходимости со стороны респондентов принимать дополнительные усилия для сбора статистических данных;
- отсутствие необходимости содержания дорогих дата - центров со стороны исследовательской компании за счет эффективной предварительной обработки данных непосредственно в устройствах сбора статистики;
- простота инсталляции;
- возможность сбора единой статистики для центральных и региональных СМИ, а также для систем распределенного вещания;

Устройство имеет встроенный коммуникационный порт для чтения памяти, загрузки списка анализируемых каналов и, при необходимости, подключения устройства выгрузки накопленных данных (например, линейного или беспроводного модема).

Для стационарных вариантов конструктивного исполнения устройства сбора статистики, использован дополнительный прибор, измеряющий психофизиологическое состояние респондента, в простейшем случае – пульс. (Измерение пульса служит для определения эффекта передачи и делает возможной регистрацию использования прибора, с последующим отсевом тех респондентов, кто использует прибор реже нормы.). Для реализации данной возможности использовано дополнительное устройство связи, предназначенное для опроса персональных беспроводных датчиков, носимых респондентами. Это так же дает возможность фиксировать нахождение респондента в непосредственной близости от приемников и, тем самым повышает качество накапливаемых статистических данных.

Ю.А. Михедова, М.А. Лепнёва

СИСТЕМЫ-НА-КРИСТАЛЛЕ С ПРОЦЕССОРНЫМИ SOFT-ЯДРАМИ

Julia Mikhedova, Maria Lepneva

SYSTEM-ON-CHIP WITH DOWNLOADED PROCESSOR SOFT-CORE

В настоящее время среди разработчиков радиоэлектронной аппаратуры все большую популярность приобретает технология загружаемых процессорных

ядер, поддерживаемая ведущими производителями программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Интегрированные системы с микропроцессорами, загружаемые в ПЛИС, является основным направлением развития систем-на-кристалле. Повышается сложность и быстродействие подобных систем, созданы высокопроизводительные многоядерные загружаемые системы.

В докладе проводится сравнение архитектуры и возможностей практического применения процессоров, загружаемых в ПЛИС: NIOS (Altera), PicoBlaze и MicroBlaze (Xilinx). Также рассматривается простой загружаемый процессор, архитектура и система команд которого соответствуют популярной ранее ЭВМ модели PDP. Его особенностью является то, что все арифметические и логические операции, а также операции по передаче данных выполняются с использованием аккумулятора. Система команд включает всего 28 важнейших команд, в связи с чем процессор можно отнести к классу микропроцессоров с сокращенной системой команд.

В состав процессора входят:

- шесть регистров (16-разрядные регистр команд, аккумулятор и регистр данных, 11-разрядные счетчик команд и регистр адреса, 1-разрядный регистр переноса);
- арифметико-логическое устройство, выполняющее операции инвертирования любого операнда (или двух операндов), сложения двух 16-разрядных операндов (или их инвертированных значений), логического умножения двух 16-разрядных операндов, добавления к результату единицы и участвующее в организации циклических сдвигов содержимого аккумулятора и регистра переноса;
- микропрограммное устройство управления, хранящее в своей памяти микропрограммы выполнения 28 команд, реакции на сигналы прерывания выполняемой программы от устройств ввода-вывода и ряд других микропрограмм.

Проект загружаемого процессора подготовлен в системе автоматизированного проектирования Altera Quartus II; система-на-кристалле реализована в высокопроизводительной ПЛИС Altera Cyclone, входящей в состав универсального лабораторного модуля. Доступ к модулю и загрузка конфигурационных данных в ПЛИС осуществляется по локальной компьютерной сети Ethernet с использованием специального интерфейсного адаптера.

Загружаемый процессор используется при изучении студентами основ цифровой электроники и программирования. В докладе приводятся блок-схемы алгоритмов и фрагменты текстов программ в мнемонических (на языке assembler) и в шестнадцатеричных кодах.

В. В. Борисов

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ С РАСТРОВЫМ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ДИСПЛЕЕМ

Vyatcheslav Borisov

LABORATORY OSCILLOGRAPH WITH THE RASTER LCD DISPLAY

В настоящее время цифровые осциллографы, имея лучшие характеристики и функциональные возможности по сравнению с аналоговыми, получают всё большее распространение. Такие приборы выпускают фирмы «Tektronix», «Hitachi-Denshi», «Agilent Technologies», «LeCroy», «GaGe Applied Technologies», Good Will instrument Co. Ltd. и т.д.

В докладе рассматривается возможность создания цифрового осциллографа с растровым жидкокристаллическим дисплеем на базе универсального лабораторного модуля. Разрабатываемое устройство войдет в состав нового лабораторного комплекса для изучения цифровых устройств аудиовизуальной техники и будет использоваться при проведении лабораторных работ на кафедре видеотехники СПбГУКиТ. В соответствии с концепцией лабораторного комплекса разрабатываемое устройство выполнено в виде элемента модульной системы, на основе которой и строится лабораторный комплекс. Такой подход позволяет использовать модуль как самостоятельно, так и в составе аппаратных комплексов, при этом модульный принцип построения делает систему гибкой к изменению и расширению.

Рассматриваются этапы разработки цифрового запоминающего осциллографа на базе универсального лабораторного модуля, включающего высокопроизводительную ПЛИС Altera, микроконтроллер, средства ввода-вывода, органы управления и индикации.

В. А. Михалёв

ГЕНЕРАТОР ЛОГОТИПА ДЛЯ ВЕЩАНИЯ В ФОРМАТЕ ТВЧ

Vassiliy Mikhalev

HDTV LOGOTYPE GENERATOR

В рамках представленного проекта разработан генератор логотипа для систем ТВЧ модульного исполнения на базе ПЛИС семейства Stratix 2. Функциональное назначение разрабатываемого устройства – наложение изображения логотипа на проходящий телевизионный сигнал стандартной и высокой четкости.

В докладе сформулированы требования к устройству, рассмотрены сопутствующие вопросы и задачи, которые были решены. Представлены структурная и функциональные схемы, рассмотрены основные параметры сигналов, приве-

дено их сравнение. Приведены основные методы микширования видеопотоков SDI с использованием и без использования сигнала Key. Рассмотрены вопросы преобразования информации о цвете, а именно – преобразование компонент основных цветов RGB в компоненты YCrCb.

Разработанный генератор логотипа предназначен для использования в сфере производства и распространения телевизионных программ. В первую очередь это эфирные и кабельные каналы, видеостудии. Функциональный модуль может быть внедрен в состав существующих студийных комплексов в процессе модернизации оборудования при переходе на вещание в формате ТВЧ.

Е. А. Жуковская

ИНДИКАТОР УРОВНЯ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

Yelena Joukovskaya

AUDIO SIGNAL LEVEL INDICATOR

В процессе производства и распространения телевизионных программ часто возникает задача контроля уровней сигналов звукового сопровождения. Обычно для этих целей используют специальные измерители уровней аудиосигналов, размещаемые в студиях и эфирных аппаратных вместе с другой аппаратурой.

Представляемое устройство позволяет осуществлять индикацию уровня сигнала звукового сопровождения непосредственно на экране видеомонитора. В воспроизводимое изображение вводится графическая информация в виде «столбика», высота которого соответствует уровню поступающего на вход звукового сигнала. Предусмотрена возможность обнаружения превышения предельно допустимых значений уровня.

Устройство реализуется в ПЛИС и выполнено в виде мегафункции (модуля интеллектуальной собственности), которая может быть включена в состав схемотехнических проектов. Подготовка проекта выполнена в САПР Altera Quartus II. Реализацию устройства предполагается осуществить на базе универсальной прототипной платы, включающей ПЛИС Altera высокой степени интеграции. По интерфейсу SDI на плату поступает цифровой видеосигнал с эмбеддированными отсчетами сигналов звукового сопровождения. Разделение отсчетов видео- и аудиосигналов (деэмбеддирование) производится непосредственно на ПЛИС.

А. С. Величко

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРЁХМЕРНОЙ ГРАФИКИ И АНИМАЦИИ В СРЕДЕ TURBO PASCAL

Artyom Velitchko

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THREE-DIMENSIONAL GRAPHS AND ANIMATION IN TURBO PASCAL ENVIRONMENT

В докладе представлены результаты разработки программного обеспечения в среде TURBO PASCAL, предназначенного для создания трёхмерных изображений. Рассматриваются принципы построения 3D-изображений и принцип работы программ, а также основные математические соотношения, положенные в основу алгоритмов функционирования программного обеспечения.

Представлены программы, предназначенные для выполнения следующих функций:

- отображение на экране контурных вращающихся 3D-фигур, заданных в декартовой системе координат;
- отображение поверхностей – графиков функций двух и трёх переменных;
- отображение закрасенных 3D-объектов, освещённых источниками света;
- передвижение по виртуальной комнате, представленной в виде контурного 3D-изображения;
- отображение анимации, предназначенной для просмотра с помощью стереочков.

В докладе подробно рассмотрено созданное программное обеспечение, а также проанализированы проблемы, с которыми пришлось столкнуться на данном этапе. Представлены планы дальнейшей работы.

П. С. Бобрышев, Н. Н. Аладинский

ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ЭФИРА: ТЕХНИЧЕСКИ ИНТЕНСИВНЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ В АНИМАЦИОННЫХ ПРОЕКТАХ

Peter Bobryshev, Nikolay Aladinsky

GRAPHIC DESIGN FOR TELEVISION BROADCASTING: TECHNICALLY INTENSIVE COMPUTER INSTRUMENTARY IN ANIMATOR'S WORKFLOW

Особенностью применения технически интенсивных программных средств при создании анимационного экранного произведения является необходимость сохранения индивидуального художественного стиля художника-аниматора.

Характерной особенностью современного общественного мнения о развитии анимационной графики можно считать его преувеличенную технологическую ориентированность – в частности, распространенное даже в полупрофессиональных кругах убеждение о коренном повороте в способах создания анимационного фильма с появлением компьютерных технологий. Часто такое мнение основывается большей частью на соображениях экономического характера и не принимает во внимание эстетические особенности графического материала. Цель настоящего доклада – анализ новых технологических возможностей анимационного фильмопроизводства в свете их художественной специфики.

Любой технический инструмент, направленный на реализацию художественной задачи, остается полезным и производительным в меру его уместного использования художником. Примеры злоупотребления технологической стороной процесса, когда возможности инструмента или технологии начинают преобладать и определяют характер художественного замысла, можно найти на всех исторических этапах развития анимационного фильмопроизводства. Так, при разработке персонажей компьютерной графики, построенных как каркасная трехмерная модель, движения которой сняты по датчикам с актера-модели, задачей аниматора становится творческая обработка исходных движений, с тем чтобы избежать слепого копирования материального прототипа. Вычленение и проработка характерных движений, очистка их от визуального "мусора", а часто и от артефактов считывания с актера-модели – это важнейший этап работы, который должен превратить исходную кальку в самостоятельный динамический графический образ. Основным критерий здесь – сохранение индивидуальной выразительности исходной разработки художника-постановщика, недопущения преобладания технологических особенностей инструментария над художественной задачей.

Значительная степень автоматизации и сугубая техническая сложность компьютерных средств моделирования и визуализации в большом числе случаев приводит к подчинению художественной разработки технологическим особенностям применяемого компьютерного пакета. Инструмент, затмевающий художника, который им пользуется, аниматор, идущий на поводу у возможностей технологии, потеря собственного художественного стиля – прямой путь к стандартной, обезличенной массовой продукции. Становится избитым утверждение о том, что компьютер – всего лишь очередной инструмент в арсенале художника-аниматора, и применение его не отличается принципиально от докомпьютерных технологических средств. Существенное отличие, однако, состоит именно в автоматизированности компьютерного инструментария. Программные средства создания и обработки изображения предоставляют художнику-аниматору огромное множество переменных составляющих, влияющих на вид и характер конечного результата, так что, овладев богатством этих настроек в полной мере, художник действительно получает в свое распоряжение новый мощный инструмент для решения творческих задач, позволяющий достигнуть своеобразных, индивидуально неповторимых результатов. С другой стороны, поскольку обилие изменяемых настроек может сделать первое знакомство с программным средством затруднительным, производители программной про-

дукции объединяют большинство из них в так называемые предустановки «по умолчанию», что позволяет получить пробный типовой результат еще до полного знакомства с его возможными вариациями.

Такие настройки «по умолчанию» (часто еще и объединяемые в группы типовых стандартных предустановок на разные случаи) являются неотъемлемым атрибутом любой программной среды и составляют главное отличие в применении компьютерных и классических анимационных технологий. Злоупотребление этой автоматизацией, автовыбором переменных вместо тщательной их настройки приводит к типовому виду конечного результата, нивелирующему художественный стиль художника до стандартного. Типовой результат получается быстро и не требует глубоких знаний, что составляет большой соблазн для начинающего аниматора, в особенности на ранних стадиях знакомства с компьютерными технологиями.

Ключевым фактором в такой работе становится базовая профессиональная подготовка аниматора в первую очередь как художника, владеющего в числе прочих инструментов и компьютерными пакетами. Следует особо подчеркнуть этот примат художественного над техническим, хотя оба фактора в большой степени взаимообуславливают друг друга при разработке анимационного экранного произведения. Приводимые в докладе примеры ставят целью иллюстрировать основные этапы работы над анимационным фильмом с применением технически интенсивных программных средств.

Обзор художественного инструментария и анализ специфики программных средств, применяющихся на последовательных этапах работы над анимационным фильмом [демонстрация образцов: плакаты, оригинальные эскизы, черновые компьютерные скетчи на разных этапах готовности на примере курсовой работы «Гамара и демон»].

Этап эскизного макетирования. Создание скетчей, фонов, эскизов сюжетных композиций – программы Photoshop, Painter в сочетании с классическими инструментами (карандаш, бумага, краски). Художественная подготовка аниматора как определяющий фактор эстетических особенностей будущего фильма, определяемых на этом этапе [демонстрация образцов].

Этап моделирования: широко известные пакеты Maya, 3D Studio Max, узкоспециализированные программы для моделирования органических форм – Zbrush, для разворачивания объекта при подготовке его к последующему текстурированию – Unfold 3D. Важность подготовки художника-моделера в направлении пластической анатомии. Работа виртуального скульптора [демонстрация образцов – интерактивная презентация интерфейса].

Этап наложения растровых изображения – текстурирование. Adobe Photoshop, Corel Painter в сочетании с классическими инструментами и методами: пастель, масляные краски [демонстрация образцов].

Этап анимации – построение кинематической схемы движения. Особенности и специфика применения пакетов Maya и 3D Studio Max в зависимости от художественной специфики исходного графического материала. Демонстрация художественных приемов работы, анализ необходимых художественных и тех-

нических навыков, краткий обзор псевдодинамических настроек. Аналогии и отличия от движения материального прототипа. Динамическая картина движения, настраиваемая с помощью кинематических параметров. Примеры и контр-примеры [демонстрация образцов – интерактивная презентация интерфейса, снимки экранов, видеоролики].

Этапы визуализации, композитинга и монтажа. Краткий обзор приемов сведения чистового материала, в том числе и звукового, его обработка, визуализация и окончательный монтаж. Обзор подключаемых модулей (плагинов) 3D Studio Max, а также Adobe After Effects и Premier, других монтажных сред (Combustions и пр.) [демонстрация снимков экрана].

В. Ю. Шадлова

ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ЭФИРА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ И ГЛУБИНЫ РЕЗКО ИЗОБРАЖАЕМОГО ПРОСТРАНСТВА В ПРОЕКТАХ РИСОВАННОЙ АНИМАЦИОННОЙ ГРАФИКИ

Victoria Shadlova

GRAPHIC DESIGN FOR TELEVISION BROADCASTING: PERSPECTIVE AND DEPTH OF FIELD IMITATION IN ANIMATION PROJECTS

Достижение выразительного художественного результата с помощью технически интенсивной технологии как специфика творческого применения средств компьютерной графики в работе художника-аниматора [плакат].

Цель художника – не достоверность и правдоподобие, а утрированность, нарочитая условность и лаконичность создаваемого движущегося изображения. Выбор визуальных ключей, воспринимаемых как ощущение присутствия в сцене основан на повседневном бессознательном опыте зрителя [видеоролик].

Передача перспективы как особенность центральной проекции пространства на плоскость. Компонировка кадрового пространства: положение центра проекций и угол зрения. Специфика подготовки рисованного графического материала для псевдо-пространственного композитинга [видеоролик и 2 плаката].

Независимость от конкретного компьютерного пакета: стирание границы между "трехмерной" и "двухмерной" средами композитинга. Эффект "нарисованного пространства", недостижимый при использовании традиционных пакетов трехмерного моделирования. Пример совместного использования Adobe After Effects и Plastic Animation Paper для псевдопространственного композитинга. Взаимная обусловленность графического сырьевого материала и анимационных настроек [плакат и видеоролик].

Возможности и перспективы совмещения покадрового анимационного сырья с послышной ключевой анимацией. Комбинированный послышный и псевдопространственный композитинг сцены анимационного фильма. Особенности

подготовки покadroвого материала при съемке пластилиновых моделей персонажей для монтажа с "живым" видео. Творческий подход к ротоскопину при обработке видеоматериала [2 видеоролика].

Имитация феномена глубины резко изображаемого пространства как визуальный эффект, позволяющий усилить "эффект присутствия". Специфика применения в проектах рисованной анимационной графики. Влияние на композицию кадра [слайд-показ образцов кадров].

Оптические основы феномена глубины резкости. Влияние фокусного расстояния, относительного отверстия объектива и взаимного расположения объектов на нерезкость изображений предметов, расположенных вне плоскости резкого изображения [2 плаката].

Аналогии и отличия в программных настройках камеры Adobe After Effects. Специфика использования. Зависимость применения от конкретной художественной задачи [слайд-показ образцов кадров и интерфейса].

Рассмотренные технологии и приемы работы показывают возможности комбинированного использования разнородных программных продуктов для нестандартного творческого решения художественных задач в проектах анимационной графики и, с одной стороны, иллюстрируют независимость конечного художественного результата от конкретного инструментария, а с другой, показывают необходимость понимания и навыка анализа причин проявления используемых феноменов для уместного и эффективного их моделирования. Большинство приведенных примеров не являются примером типового применения программного продукта, заложенного в него разработчиком, и намечают перспективы творческого развития технологии создания анимационного экранного произведения с использованием компьютерного инструментария.

Д. М. Поздеев

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ПОКАЗА 3D-ФИЛЬМОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

Dmitriy Pozdeyev

TECHNOLOGIES FOR 3D FILM CREATION AND EXHIBITION

Технологии и инструменты цифрового кинематографа позволяют обрабатывать существующие последовательности моноскопических (2D) изображений с целью получения новых изображений, максимально приближенных к стереоскопическому (3D) по его восприятию зрителем. Существующие методы получения псевдостереоскопического изображения можно разделить на две группы. К первой группе относятся методы, в которых содержание изображения не затрагивается устройством обработки, а изменяется только геометрическая структура изображения. Ко второй группе относятся методы, в которых исходное изображение подвергается изменению для получения нового ракурса.

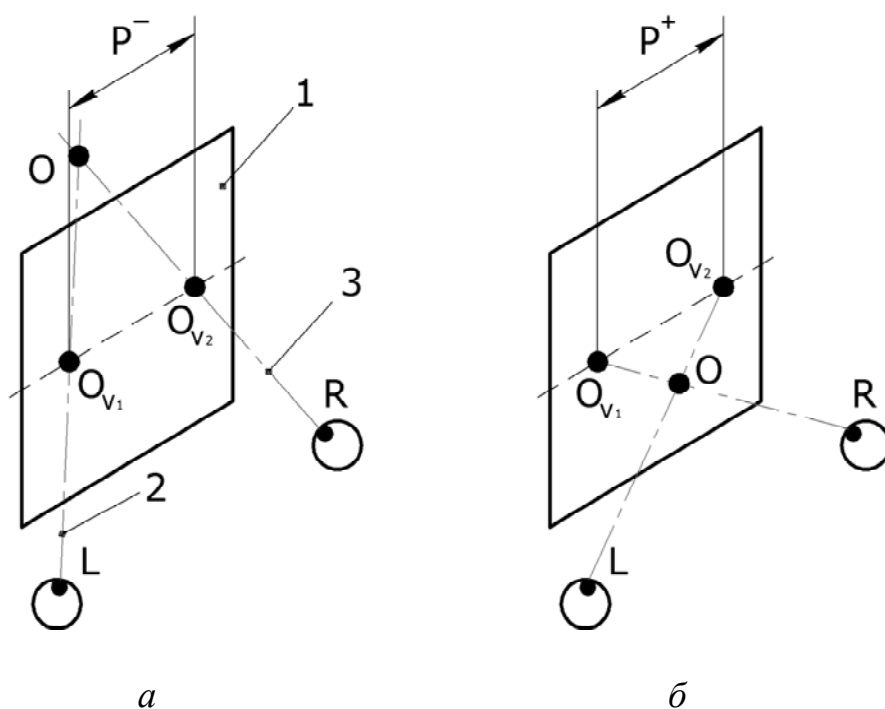


Рис. 1. Принцип получения стереоскопического изображения точки (метод фиксированного искусственного параллакса): *a* – за экраном с помощью параллакса P^- отрицательного знака; *б* – перед экраном с помощью параллакса P^+ положительного знака.

Первая группа методов основывается на особенности восприятия человеком глубины пространства. Для натуральных сцен характерным является наиболее близкое расположение к зрителю тех объектов, которые находятся внизу сцены (земля), а наиболее далеки от зрителя объекты вверх сцены (небо).

Свойство бинокулярного зрения человека таково, что горизонтальный пространственный разнос (параллакс P) между парой точек на плоскости, при условии их раздельного наблюдения глазами, вызывает у человека ощущение восприятия некоторой единой точки, расположенной за плоскостью или перед ней - в зависимости от геометрии наблюдения данных точек (рис. 1). Здесь плоскость 1 есть плоскость дисплея, на которой фокусируются глаза зрителя. Воображаемые оси 2 и 3 есть зрительные оси соответственно для левого L и правого R глаз. В точке пересечения двух зрительных осей 2 и 3 располагается виртуальная точка O, которая является стереоскопическим изображением полученным при раздельном наблюдении глазами двух точек-ракурсов O_{V1} и O_{V2} . Стереοизображение наблюдается за экраном (рис. 1, *a*), если левый и правый глаза видят соответственно только точки, расположенные со своей (левой и правой) сторон экрана. Стереοизображение наблюдается перед экраном (рис. 1, *б*), когда глаза видят точки, расположенные "накрест" (т.е. левый глаз видит точку, расположенную справа а правый глаз – точку, расположенную слева).

Известен метод искусственной стереоскопической перспективы, который дает хорошие результаты для динамических сцен.

Целью работы, является разработка алгоритмов и программных средств для получения стереофильмов с высоким уровнем автоматизации процесса на основе следующей последовательности действий:

1. Фильм разбивается на сцены (динамические, пейзаж, портрет);
2. К динамическим сценам применяется метод переменного искусственного параллакса (с предварительной настройкой перспективы) или метод задержки времени;
3. К другим типам сцен применяется следующий алгоритм покадровой обработки:

- определение контуров объектов сцены (метод Собеля, Канни, с последующей корректировкой границ объектов вручную);
- построение карт глубины для выделенных объектов (данная проблема рассматривается ниже);
- корректировка карт глубины в случае, если области пересекаются;
- построение левого и правого ракурса изображения;
- переход к следующему кадру сцены с учетом вектора движения объектов и корректировкой карт глубины.

Как один из вариантов получения опорной карты глубины в заданной области предлагается использовать следующую классическую формулу:

$$I(C) = 0,3 \cdot R(C) + 0,59 \cdot G(C) + 0,11 \cdot B(C),$$

где I – интенсивность в точке полутонового изображения, R , G и B (значения 0..255) – красная, зеленая и синяя компонента цвета C . Основная идея заключается в том что, как правило, более яркие объекты находятся ближе к зрителю. То есть большее значение интенсивности соответствует большей приближенности объекта. Следует отметить, что для некоторых типов кадров предпочтительней использовать одну из компонент (красную, синюю, или зеленую) для получения карты глубины.

Так как в данном алгоритме предполагается наличие нескольких рассматриваемых областей, то необходимо в процессе работы над кадром после получения карт глубин для каждой из области произвести корректировку их взаимного положения (данная работа требует вмешательства человека для достижения максимального качества).

Т.И. Харунжа, С.В. Чернышов

ОЦЕНКА ЗАМЕТНОСТИ РАСХОЖДЕНИЯ МЕЖДУ ВИДЕО И ЗВУКОМ В ЦИФРОВОМ КИНЕМАТОГРАФЕ

Tamara Harunja, Sergey Chernyshov

THE EVALUATION OF RELATIVE TIMING OF SOUND AND VISIO IN DIGITAL CINEMA

Одним из основных критериев качества воспроизведения аудиовизуального контента является степень синхронности аудио и видео сигналов. Существу-

ет ряд причин, по которым происходит нарушение синхронности. В телевидении искажения являются квазипостоянными и возникают на больших интервалах времени. Особенности восприятия органов слуха и зрения человека накладывают определённые ограничения на возможные рассогласования потоков аудио- и видеоданных. Существуют нормативы, задающие допустимые значения несинхронности аудиовизуальной последовательности. В процессе производства кино на стадии озвучивания возникает более сложная проблема локальной синхронизации аудио- и видеоряда на коротких интервалах времени. Задержка между изображением и звуком носит псевдослучайный характер, имеет переменную длительность и знак. На данный момент механизм восприятия человеком импульсных сдвигов является неизученным. Стандарты, задающие пороги заметности и допустимости расхождений видео и звука, ориентированы на квазистатическую задержку, возникающую преимущественно в телевидении. В настоящее время актуальной задачей является оценка чувствительности зрительного анализатора и органов слуха к искажениям, возникающих при локальном рассогласовании звука и видео в процессе озвучивания кино. Целью данной работы является сравнительный анализ проявления заметности несинхронности статического и импульсного типа и определение факторов, влияющих на их субъективное восприятие.

В докладе представлены результаты экспериментов по субъективной оценке несинхронности а/в контента. В целях преемственности результатов исследования с существующими нормативами были проведены аналогичные эксперименты по субъективной оценке степени несинхронности а/в материала при внесении статичной задержки. Сравнение полученных данных с рекомендуемыми в стандартах и установление закономерности дало возможность проведения принципиально новых исследований заметности импульсных рассогласований аудио и видеоряда, характерных для кинематографа. Для этого последовательно моделировались условия возможных нарушений, (расхождений аудио и видеоряда) при озвучивании. Эксперименты проводились в соответствии с рекомендацией ITU-R BT.500. В качестве тест материала использовали запись диктора новостей. Оценка велась по процедуре «The double-stimulus impairment scale (DSIS) method (the EBU method)». Участникам эксперимента демонстрировались пары клипов, первый из которых являлся оригиналом, во втором были расхождения во времени между видео и звуком. В бланках участники экспериментов должны были поставить балловую оценку их впечатления о степени несинхронности во втором сюжете в сравнении с оригиналом.

Сравнительный анализ проявления заметности несинхронности статического и импульсного типов дал статистически значимую разность результатов восприятия аудиторией подобного рода искажений. Это позволяет сделать вывод о невозможности применения существующих стандартов на рассогласование потоков в телевидении к несинхронности, возникающей в кино при дублировании, озвучивании.

В ходе проведения экспериментов обнаружилось, что одним из основных факторов, влияющих на восприятие человеком степени синхронности а/в материала, являются артикуляционные характеристики произносимого актёром

(диктором) текста. Существует набор звуков с активным и пассивным произнесением. Была проведена оценка заметности импульсного сдвига одного слова, с учётом её артикуляционных характеристик и активности произнесения на восприятие степени синхронности аудиовизуального контента в целом. Результаты статистического анализа подтвердили гипотезу о том, субъективное восприятие импульсных сдвигов набора звуков с активным произнесением отличается от подобных сдвигов звуков с пассивным произнесением.

Т. В. Карезина

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦВЕТОДЕЛЕННЫХ КИНОМАТЕРИАЛОВ ЦИФРОВЫМ МЕТОДОМ

Tatyana Karezina

DIGITAL RECONSTRUCTION OF COLOR-SEPARATED ARCHIVE FILM MATERIALS

Первые разработки в области цветного кинематографа датируются 30-ми годами 20-го столетия, то есть до появления многослойных фотографических плёнок. Разными исследователями были предложены методы получения цветного изображения путем формирования на черно-белой плёнке цветоделенных изображений, которые после сводились в одно с применением той или иной технологии. К концу 40-х годов 20-го века П.М. Мершин разработал трёхцветный субтрактивный способ производства цветных кинофильмов по методу гидротипии (печать с матриц, окрашенных водорастворимыми красителями). Данный способ требовал достаточно сложной технологии съёмки и производства, но позволял получить нужное количество копий, которые отличали красочная цветопередача и высокая степень «сохранности» цвета. По методу Мершина было снято несколько игровых и мультипликационных фильмов и все цветные неигровые ленты в период с 1939 по 1943 гг.

В архивах Госфильмофонда хранится большое количество исходных материалов фильмов, снятых с применением метода гидротипной печати и представляющих историческую и художественную ценность для исследователей. К сожалению, напечатать полноценные позитивы с таких материалов сейчас не представляется возможным из-за сложной и дорогостоящей технологии печати. Представляемая работа позволяет подойти к восстановлению наследия раннего цветного кинематографа иными путями.

Цифровая реконструкция цветного изображения производится в несколько этапов. На первом этапе реализуется получение значений цветоделенных компонент оригинального изображения в одной из колориметрических систем – для этого исходные цветоделенные изображения, хранящиеся в определенной последовательности на черно-белой плёнке, оцифровываются, и полученные цифровые данные о каждой компоненте записываются в файл с расширением *.avi. На втором этапе происходит анализ полученных цифровых данных с це-

люю определения компонент, необходимых для правильного синтеза цвета из них. На третьем этапе из известных компонент происходит непосредственно синтез цвета в цветовом пространстве данной воспроизводящей системы.

В процессе анализа кадров цветоделенных компонент необходимо участие оператора, которое, очевидно, не удастся полностью исключить из-за объективных проблем, возникающих при данном методе. К таким проблемам можно отнести сбой в исходных материалах и, как следствие, нарушение последовательности кадров компонент, наличие перебивок между сценами, влияние шумов архивной киноплёнки.

Компьютерная реализация алгоритма выполнена в среде моделирования Matlab.

Т. В. Корчагина

УМЕНЬШЕНИЕ ШУМОВ КВАНТОВАНИЯ В ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ ТЕЛЕКИНО МЕТОДОМ МНОГОКРАТНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

Tatyana Korchagina

QUANTIZATION NOISE REDUCTION IN DIGITAL TELECINE SYSTEMS BY COMBINING DIFFERENTLY EXPOSED PICTURES

В настоящее время происходит конвергенция систем цифрового кино, телевизионного вещания и телекоммуникаций. Во всех системах зачастую применяются схожие методы улучшения качества воспроизводимого изображения.

При переходе от аналоговых технологий к цифровым возникает вопрос сохранения исходного качества изображения или даже его улучшения. В докладе производится оценка эффективности метода многократной экспозиции на примере цифровой фотографии для дальнейшего использования в фильм-сканерах с целью расширения их динамического диапазона, а следовательно – уменьшения шумов квантования цифрового изображения.

Рассмотрим применение метода на примере цифровой фотографии. Суть его заключается в том, что одна и та же сцена снимается несколько раз с различными временами экспозиции. Создать HDRi (High Dynamic Range image – изображение с высоким динамическим диапазоном) из одного исходного кадра стандартного формата TIFF или JPG практически невозможно в связи с недостатком информации о свете и тенях, особенно в контрастных кадрах, где одним жертвуют ради другого. В HDR-файлах значение каждого пикселя может быть любым – без ограничения, накладываемого форматом изображения. В обычных форматах динамический диапазон изображения искусственно сжат для приведения к динамическому диапазону мониторов и принтеров. Если яркости соседних элементов изображения отличаются в реальности в два раза, то и в файле HDR значения соответствующих отсчетов будут отличаться именно в два

раза. Поэтому файл имеет не 8 и даже не 16 бит на канал, а 32 бита. Никакого сравнения с обычным файлом по доступным градациям яркости.

Для получения HDR-файла необходимы, как минимум, три фотографии с различными уровнями экспозиции, в которых присутствует максимум информации как в свете, так и в тенях. Получить требуемые кадры можно в режимах автоматического или ручного брекетинга (съемка последовательно нескольких кадров с разной экспозицией) либо с использованием формата RAW, позволяющего сформировать необходимое количество исходных кадров с максимальным шагом экспозиции в 2 ... 2,5 ступени.

Моделирование процедур сложения изображений и преобразования динамического диапазона проводилось в среде Matlab. Изображения вводятся в среду Matlab и преобразуются в матрицу чисел. Каждое число матрицы – это значение яркости соответствующего элемента изображения. Далее с матрицами можно делать любые математические преобразования, в том числе и складывать. Поскольку передаточная характеристика фотоаппарата нелинейна, то перед суммированием необходимо перейти в область самого изображения, используя характеристическую кривую фотокамеры. По известной характеристической кривой осуществляется пересчет в область изображения, что компенсирует указанную нелинейность.

К. О. Гусев

КОРРЕКЦИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ КАДРА КИНОФИЛЬМА В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО КИНЕМАТОГРАФА

Kirill Gusev

FRAME UNSTEADINESS CORRECTION METHODS IN DIGITAL CINEMA SYSTEMS

Под неустойчивостью понимают неточное положение каждого последующего кадра относительно кадрового окна при проекции. Различают вертикальную и горизонтальную неустойчивость. Численно её определяют как расстояние между крайними положениями одноимённых точек кадра в данном направлении.

В системах электронного кинематографа проблемы неправильной настройки механизма транспортирования ленты и усадки ленты отсутствуют, однако они могут возникнуть в процессе оцифровке старых фильмов. И какой бы совершенной не была механическая часть фильм-сканера, старение пленки и повреждения перфораций дадут о себе знать, в том числе и дрожанием кадра электронной копии.

Для кадра электронного кинематографа 4K (разрешением 4096x2160 точек) величина допустимой неустойчивости, пересчитанная из допуска традиционного кино (где она не должна превышать 0,020 мм), составит 6 точек, но индуст-

рия требует полного ее устранения, а компьютерные методы обработки видео вполне могут справиться с этой задачей.

В работе приводится классификация таких методов и подробно рассматривается один из них – компенсация нестабильности кадра с помощью вычисления вектора движения. Сам вектор движения находится методом фазовой корреляции, то есть вычисления функции взаимной корреляции сигналов двух кадров, по положению максимума которой можно определить значение сдвига между ними. На эту значение кадр сдвигается в направлении, противоположном вектору движения, проведенному из начала координат в точку максимума. Функция корреляции может быть найдена во временной области с использованием свертки, что требует больших вычислительных затрат. Вместо этого с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) находятся спектры двух кадров, и корреляционная функция вычисляется в частотной области как произведение амплитудных спектров и разность фазовых, после чего переход во временную (или, точнее, пространственную) область осуществляется с помощью обратного БПФ.

В системе Matlab были созданы функции, позволяющие моделировать сдвиг кадра относительно предыдущего и вычислять вектор движения методом фазовой корреляции. Первая осуществляет чтение изображений и их обрезку таким образом, что изображения на выходе соответствуют разным областям исходных. При помощи второй были проведены исследования влияния на точность метода таких факторов как наличие движения в кадре и введение нормировки амплитудного спектра (приравнивания всех ненулевых составляющих к одной величине). Было предложено вычислять функцию взаимной корреляции не самих изображений, а результата выделения их контуров (при помощи стандартной функции edge), что также повышает точность определения максимума функции корреляции, а, следовательно, и нахождения вектора движения.

На основе данных функций разработана программа, устраняющая нестабильность кадра в реальной видеопоследовательности. Демонстрируется ее работа на образце, полученном при пересъемке фильма с киноленты на видеокамеру формата DV.

М. Д. Хорунжий

ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОСЛОЙНЫХ ОПТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ КАК ФУНКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Michael Horunjiy

MULTI-LAYER OPTICAL DATA STORAGE CHARACTERISTICS AS THE FUNCTION OF TECHNOLOGY PROCESS PARAMETERS

Телевидение высокой четкости (ТВЧ), сфера телекоммуникаций нуждаются в недорогих носителях большой информационной ёмкости. Плотность за-

писи информации на один слой диска может быть увеличена за счёт использования более короткой длины волны лазера и, соответственно, меньших размеров питов. Другим направлением является увеличение числа информационных слоёв, которое используется в многослойных дисках. Оптические диски второго поколения представлены диском DVD-9, на котором базируется современная технология многослойных дисков. Диск содержит не более двух слоёв на каждой из сторон. Считывание информации с оптического запоминающего устройства обычно производится лазерным лучом, сфокусированным на одном из информационных слоёв, с дальнейшей регистрацией отражённого луча, модулированного рельефом питов и лэндов.

Производство DVD-9, осуществляемое литьём под давлением в обычные литьевые формы, включает следующие этапы 2Р-процесса:

1. литьё под давлением поликарбонатной подложки с рельефом 1го информационного слоя с помощью первой никелевой матрицы;
2. осаждение частично отражающих покрытий на рельеф 1го информационного слоя;
3. литьё под давлением второй поликарбонатной подложки с рельефом 2го информационного слоя, используя вторую никелевую матрицу;
4. осаждение отражающего покрытия на рельефе второго информационного слоя;
5. склеивание двух подложек с информационными слоями внутренними поверхностями.

Подобная технология может быть распространена на производство дисков более чем с двумя слоями за счёт повторения технологических операций 2Р-процесса, описанных выше.

В докладе анализируется влияние параметров существующего технологического процесса производства оптических многослойных дисков DVD на качество передачи информации. Для повышения качества оптических дисков для записи и воспроизведения требуется осуществлять сквозной контроль и измерение выходных геометрических параметров и электрических сигналов. Важной задачей является выявление погрешностей возникающих на всех этапах производства и эксплуатации носителей информации.

Приведённые исследования базируются на анализе иностранных патентов и журнальных статей, поэтому возможно только предварительное рассмотрение данной задачи, при котором можно выделить следующие основные аспекты:

- технологические операции производства оптических дисков;
- основные погрешности оптических дисков на всех этапах их производства;
- термоупругая деформация, как погрешность оптических дисков, возникающая при эксплуатации;
- двулучепреломление, которое понижает отношение сигнал-шум в проигрывателе;
- влияния совокупности погрешностей при производстве и эксплуатации на радиальное отклонение диска.

Результат исследований заключается в обосновании значений термоупругих деформаций как основного производственного фактора, влияющего на характеристики многослойных оптических носителей и качество передачи информации.
