

*Ивлева Екатерина Валентиновна,
Стафеев Сергей Константинович*

РАЗРАБОТКА АНИМИРОВАННОГО УЧЕБНОГО ИНТЕРНЕТ-ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА»

От редакции: в течение 2004 года журнал публиковал занятия по обучению работе с программой Macromedia Flash. В данной статье подробно рассказывается о применении этой среды для создания учебного пособия. То, что рассказ ведется на примере разработки вузовского пособия по физике, ничуть не умаляет его роли для обучения созданию любых, в том числе школьных, электронных учебных пособий.

Целью данной статьи является изложение технологии разработки интернет-пособия на примере разработки анимированного и сопровождаемого звуком учебного пособия по теме «Интерференция света».

ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРНЕТ-ПОСОБИЯМ

Перед началом создания электронного учебного пособия полезно проанализировать уже имеющиеся ресурсы как в сети Интернет, так и на CD-ROM. Как правило, в этой области практические разработки новых идей появляются раньше публикаций результатов соответствующих теоретических исследований. На основе анализа практических разработок и теоретических исследований формулируются требования к создаваемым электронным учеб-

ным пособиям. Нами были сформулированы следующие требования.

Электронные учебные пособия

– должны иметь низкое требование к машинным ресурсам пользователя;

– не должны быть перенасыщены анимационными вставками и видеофрагментами, так как при изучении некоторых учебных пособий (особенно на CD-ROM) было отмечено, что обучаемый теряет основную нить процесса, отвлекается от изучения материала и занимается обычным просмотром видеороликов;

– должны иметь в обязательном порядке звуковое сопровождение подаваемого материала, так как нельзя недооценивать роль человеческой речи в процессе обучения; также необходимо учитывать, что восприятие только текстовой информации с экрана монитора остается довольно утомительным процессом;



*...должны иметь ... звуковое
сопровождение ...*

– интерфейс должен быть простым и доступным для восприятия пользователем, цветовая палитра должна быть подобрана так, чтобы взгляд не рассеивался по экрану монитора, а мог сразу находить все ему необходимое;

– должны иметь возможность использования в режиме on-line, что позволит получить к ним доступ многомиллионной аудитории пользователей сети Интернет.

ПОЭТАПНАЯ РАЗРАБОТКА С ОПИСАНИЕМ ИСПОЛЬЗОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Последующие этапы создания данного пособия можно сформулировать следующим образом:

– обзор теоретического материала по теме «Интерференция света»;

– составление сценария анимации для каждого ролика;

– создание анимированных flash-роликов с использованием flash-технологий;

– составление текстового сценария для записи речевого сопровождения к каждому flash-ролику;

– запись и обработка звука;

– создание интерфейса и html-страниц (см. рисунок 1).

Относительно обзора теоретического материала для последующей разработки сценария следует отметить лишь то, что сценарий разрабатывался таким образом, чтобы материал излагался в логической последовательности и наиболее сложные для понимания моменты повторялись несколько раз.

Следует сказать о том, что данный проект создавался с целью его размещения в сети Интернет. Таким образом, создаваемые flash-ролики должны занимать небольшой объем, чтобы время их загрузки было минимальным. Поэтому было принято решение ограничить продолжительность каждого ролика, в результате она составляет порядка одной минуты. Соответственно теоретический материал подбирался с учетом данного требования.

СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ (см. рисунок 2, 3) РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЯ АНИМАЦИИ ДЛЯ КАЖДОГО ВИДЕОРОЛИКА

Для анимации рисунков была выбрана программа Flash 6.0MX. Данный вы-

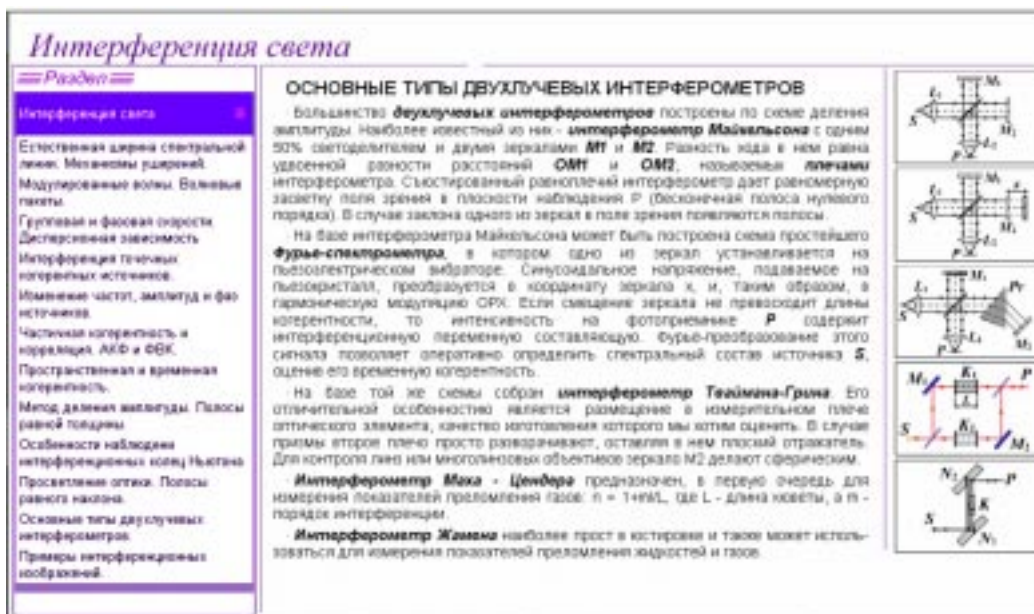


Рисунок 1.

бор обусловлен тем, что flash-технологии позволяют создавать анимации различной степени сложности, использование векторной графики при создании изображений дает возможность достичь максимального эффекта при минимуме затрат.

Flash — это интегрированная среда для создания интерактивной анимации, ориентированной на World Wide Web. Программа Flash позволяет создавать многослойные изображения. Кроме того, анимация, создаваемая средствами Flash, может сопровождаться звуком, причем можно легко синхронизировать нужные кадры, даже если первоначальная фонограмма непрерывна.

Для начала перечислим возможности flash-технологий, так как многие из них были использованы в процессе создания учебного пособия.

Несколько слов следует сказать о применяемой во flash-технологии анимации. Обычные компьютерные видеоролики состоят из набора растровых изображений, последовательно сменяющих друг друга с частотой несколько десятков кадров в секунду. Для хранения таких видеозаписей требуются огромные объемы памяти, а для передачи в реальном времени через Интернет нужны сверхскоростные

каналы связи. Хотя существующие алгоритмы и позволяют сжимать видеозапись в десятки и даже сотни раз, это все равно решает проблему лишь отчасти, поскольку хранить и передавать приходится каждый кадр фильма. Благодаря векторной технологии Flash позволяет радикально сократить объем данных, описывающих движущееся изображение. Создав в одном из кадров векторный рисунок, можно задать траекторию его дальнейшего движения и количество кадров, на протяжении которого эта траектория должна быть пройдена. В файле при этом хранятся только первоначальное изображение и уравнение траектории, а все промежуточные кадры просчитываются на основе этих данных в момент воспроизведения. Получается, что для хранения движущегося изображения тре-

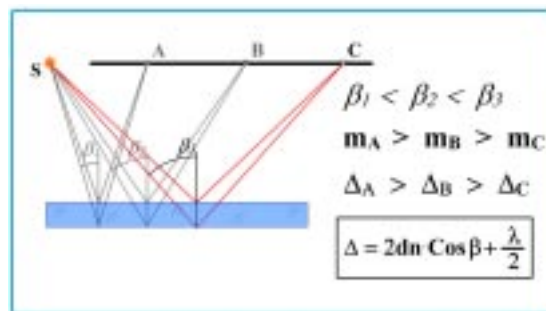


Рисунок 2.

Интерференция света

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ДВУХЛУЧЕВЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРОВ

$\lambda = 200 \text{ нм}$
 $L = 3,086 \text{ см}$
 $m = 50$
 $n = 1 + \frac{m\lambda}{L} = 1 + \frac{50 \cdot 200 \cdot 10^{-9}}{3,086 \cdot 10^{-2}} = 1,003260$

Интерферометр Жювена наиболее прост в изготовлении и также может использоваться для измерения показателей преломления жидкостей и газов.

Рисунок 3.

буется практически столько же места, сколько и для неподвижного.

Кроме простых перемещений, задаваемых траекториями, можно строить анимацию, используя повороты и трансформации изображения, причем в нашей разработке данные эффекты применяются в большинстве созданных роликов. Для достижения необходимого эффекта в



Создав в одном из кадров векторный рисунок, можно задать траекторию его дальнейшего движения...

первом кадре сцены помещается неискаженное изображение объекта, а в последнем на этот же объект наложено то или иное преобразование, меняющее его форму. Во внутреннем представлении трансформация описывается набором числовых коэффициентов, и во время воспроизведения их значения будут постепенно меняться от первого кадра к последнему, вызывая плавное изменение формы объекта.

Каждая линейка кадров принадлежит конкретному слою. От того, на каком слое лежит объект, зависит, будет ли он виден на первом плане или будет находиться позади других объектов. Используя слои, можно без труда создать ощущение многоплановости сцены. Работа со слоями очень напоминает работу мультипликатора с листами целлулоида. Размещением различных элементов изображаемого объекта на разных слоях с их последующей анимацией достигается эффект движения. Слои могут быть не только носителями линейки кадров: направляющие слои служат для задания траекторий и параметров анимации, маскирующие слои позволяют задать маску, ограничивающую видимую часть изображения подчиненных слоев, слои кноп-



...маскирующие слои позволяют задать маску

ки описывают состояния чувствительных к щелчкам мыши областей. Многослойная модель позволяет довольно простыми способами получать очень красивые зрительные эффекты.

Еще одно средство, значительно упрощающее создание flash-роликов и сокращающее их размер, — библиотеки.

В библиотеке проекта хранятся все используемые в фильме объекты, которые в терминологии Flash называются символами. В процессе работы над роликом на кадрах размещаются экземпляры символов. При этом информация об их форме и цвете не дублируется, а сохраняется лишь указание на библиотечный символ, его координаты в кадре и, возможно, параметры трансформации.

Библиотечные объекты могут представлять собой не только векторные графические рисунки, но также импортированные растровые изображения, аудиофрагменты в форматах WAV или MP3, самостоятельные flash-ролики, кнопки или интеллектуальные Smart-клипы. Одни библиотечные символы могут включаться в состав других, что позволяет просто и экономно создавать серии объектов, различающихся отдельными деталями. Фильм обычно содержит большое количество экземпляров одного и того же символа. Но, поскольку его описание хранится только однократно, любое изменение, внесенное в образец символа, отражается на всех его экземплярах, хотя и не влияет на их расположение или трансформацию.

Импорт готовой графики в самых разнообразных форматах позволяет использовать для подготовки flash-проектов всю гамму имеющегося программного обеспечения. В самой программе Flash предусмотрена возможность

простого редактирования звука и сохранения его в составе проекта в необходимом формате. Музыкальные фрагменты синхронизируются с анимацией и допускают использование потоковой загрузки, что позволяет просматривать фильм по мере его скачивания, не ожидая окончания загрузки. Еще одним из достоинств Flash является наличие языка сценариев ActionScript. Даже те, кто до этого не программировал, смогут быстро освоиться с написанием необходимых сценариев. Часто достаточно стандартного набора действий, например, перехода на определенный кадр фильма, открытие html-страницы, загрузки и передачи данных, реакции на нажатие кнопок. В этом случае достаточно открыть группу основных действий — Basic Actions, выбрать необходимую команду и ввести в поля требуемые значения, причем в большинстве случаев их можно выбрать из предложенного набора. Диапазон возможностей ActionScript очень широк. Помимо основных действий можно управлять объектами, изменяя любые их параметры, загружать дополнительные модули, обмениваться данными со скриптами на html-странице, написанными на языке JavaScript. Целая подборка специальных функций служит для математических вычислений, необходимость в которых нередко возникает при работе с графикой. Встроенный контроль синтаксиса и удобные средства отладки помогут найти ошибки в сценарии. В целом ActionScript является полнофункциональным языком, позволяющим писать программы, организованные по модульному принципу, в то же время он очень прост в изучении, и, чтобы начать им пользоваться, не требуется специальных знаний.

Перед началом создания роликов было принято решение все рисунки формата *.bmp импортировать во Flash и «перерисовать», то есть работать не с растровыми изображениями, а с векторными. Данное решение обусловлено тем, что размер файла растрового изображения напрямую зависит от ширины и высоты изображения в точках. Это значит, что файлы пол-

ноэкранных картинок, и, тем более, анимированных роликов, имеют достаточно большие размеры и их загрузка из Интернета может стать нецелесообразной. Кроме того, имеющееся растровое изображение практически невозможно масштабировать, так как при этом возникают видимые искажения, обусловленные эффектом увеличения каждой отдельной точки.

ЗАПИСЬ РЕЧЕВОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ. ПРОГРАММА SONIC FOUNDRY SOUNDFORGE 5.0

После того, как был готов текст для записи речевого сопровождения, наступил этап непосредственной записи звука. Для записи звука была использована программа Sound Forge. Следует подробно рассмотреть процесс записи и обработки звука.

Программы для записи и обработки звука — это класс программ для работы с аудиоинформацией. Эти программы позволяют записывать живой звук и преобразовывать его, изменяя тембр, улучшая качество звучания, добавляя эффекты и т.д. Широкие возможности в области звуковых преобразований и эффектов предоставляет программа Sound Forge (ее название переводится как «звуковая кузница»). В этой программе с оцифрованным звуком можно производить обработку, монтаж, звуковые эффекты, реставрацию и т.д. Существует также возможность неструктивного редактирования и простейшего синтеза. Программа поддерживает большое количество звуковых форматов.

Эта программа часто используется для записи звука, даже если в дальнейшем он обрабатывается не в этой программе.

Следует сказать несколько слов о процессе записи звука с использованием программы Sound Forge.

В окне записи с помощью выпадающего меню Mode можно установить режим записи. Возможны пять различных режимов. В основном, они определяют поведение программы в том случае, если запись необходимо остановить, а затем возобновить ее. В данной работе при записи звука

использовался режим *Automatic retake*. Он означает, что при каждом возобновлении записи она будет начинаться с позиции, определенной в окошке Start, заменяя результат предыдущей попытки. Другими словами, при остановке записи программа как бы «перематывает пленку» к началу записи, и новая запись сотрет старую.

Коротко перечислим оставшиеся четыре режима с их краткой характеристикой.

- *Multiple takes creating Regions* позволяет при каждом возобновлении записи продолжать ее с места остановки, при этом каждый раз будет создаваться новый регион.

- *Multiple taken (no Regions)* аналогичен предыдущему, однако новые регионы создаваться не будут.

- *Create a new window for each take* при каждом возобновлении записи будет создаваться новое звуковое окно.

- И, наконец, *Punch-In*. При выборе данного режима необходимо определить начало и конец предполагаемого фрагмента записи в окошках Start и End. Запись будет разрешена только внутри этого фрагмента, а в остальные фрагменты звука, если они есть, запись будет запрещена.

Таким образом, с помощью программы *Sound Forge* было записано звуковое сопровождение для каждого ролика. После того, как текст для будущего flash-ролика записан, необходимо произвести нормализацию звука. Несколько слов о том, в чем состоит процесс нормализации звука.

НОРМАЛИЗАЦИЯ ЗВУКА

В поле ввода в процентах задается динамический диапазон, который будет иметь сигнал после выполнения операции нормализации. Проценты берутся от максимально возможного динамического диапазона для текущего формата цифрового звука. При 100% звуковой сигнал на нор-

мализуемом участке обязательно достигнет максимального или минимального кванта. Иногда возникает необходимость производить нормализацию более чем на 100%. В данном случае происходит переполнение разрядной сетки и, соответственно, возникают нелинейные искажения, но в некоторых случаях такая нормализация звука является оптимальной. Например, в образце имеется одна или несколько импульсных помех, амплитуды которых значительно больше амплитуды полезного сигнала. После выполнения 200%-ой нормализации полезный сигнал станет значи-

тельно громче, а щелчки громче стать не смогут по той причине, что громче им становиться некуда из-за ограничения. Таким образом, главная цель рассмотренного примера достигнута — полезный сигнал стал громким. В данном проекте была произведена нормализация звука на 100%.

Весь текст был разделен на отдельные предложения. Таким образом, после компрессии каждый ролик представлял собой набор предложений. Это было сделано для того, чтобы на следующей стадии создания данного проекта, то есть в процессе создания анимации с использованием Flash технологий, было наиболее удобно синхронизировать звук.

ОБРАБОТКА ЗВУКА

После того, как звук был записан, наступил следующий этап работы, а именно процесс обработки звука. Для обработки записанного звука была выбрана программа *CoolEdit*. Весь процесс обработки звука также можно разделить на несколько этапов.

Первым этапом обработки звука является монтаж звукового сигнала.

Монтаж: (перестановка и удаление фрагментов записи) — это простейший вид обработки звукового сигнала. преимуще-



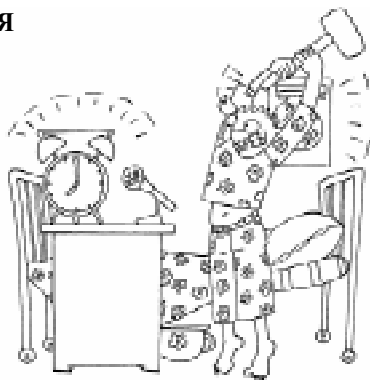
Эти программы позволяют записывать живой звук

ство компьютерного монтажа заключается, прежде всего, в его точности — вырезаемый фрагмент можно предварительно прослушать (или, наоборот, прослушать основную запись без этого фрагмента), точно определив его границы, что способствует тому, чтобы в месте «склейки» не возникало перепадов уровня, слышимых как щелчки.

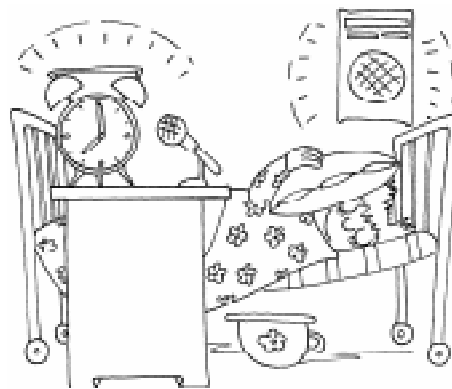
После того, как материал смонтирован, наступает этап шумоподавления (*Noise Reduction*). Автору программы CoolEdit удалось создать эффективную методику шумоподавления с учетом психоакустических особенностей слухового аппарата человека. Искажения при шумоподавлении конечно же присутствуют, но они находятся в тех разумных пределах, когда человек их не замечает. Итак, для шумоподавления нужно иметь некоторую информацию о шуме, так как чем больше его статистических свойств известно, тем эффективнее подавление. Следовательно, программе CoolEdit нужен образец шума, поэтому прежде чем вызывать окно шумоподавления необходимо вернуться в главное окно программы и выделить фрагмент образца, содержащий характерный для этого образца шум (например, шипение микрофона, фоновые звуки и т. п.). После этого можно вызывать *Noise Reduction*. Программа будет считать, что показанный фрагмент содержит только шум. После нажатия на кнопку *Get Noise Profile from Selection* произойдет сбор информации о шуме.

РЕВЕРБЕРАЦИЯ

После этапа шумоподавления наступает следующий этап — реверберация. *Реверберация* (*Reverb*) относится к наиболее интересным и популярным звуковым эффектам. Сущность реверберации заключается в том, что исходный звуко-



...этап шумоподавления.



После выполнения 200%-ой нормализации полезный сигнал станет значительно громче...

вой сигнал смешивается со своими копиями, задержанными относительно него на различные временные интервалы. При реверберации, чем больше время запаздывания копии сигнала, тем меньше ее амплитуда (громкость). Эффект зависит от того, каковы временные промежутки между копиями сигналов и какова скорость уменьшения уровней их громкости. Если промежутки между копиями малы, то получается собственно эффект реверберации. Возникает ощущение объемного гулкого помещения.

Таким образом, после выполнения всех вышеперечисленных этапов по записи и обработке звука можно переходить непосредственно к созданию анимированных видеороликов.

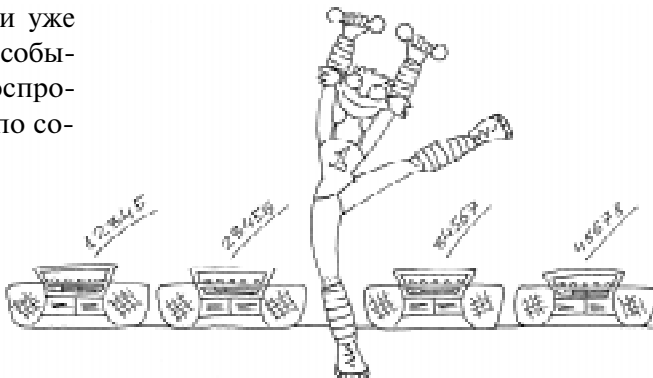
На этом этапе звук сначала импортировался во flash-ролики, а затем синхронизировался с изображением. Импортированный звук вначале помещался в библиотеку, а затем в сцену. Во всех роликах для звука создавался отдельный слой, так как это удобно для синхронизации звука с визуальными событиями.

Для синхронизации звука очень важным оказывается правильный выбор типа звукового события. Возможны варианты: *Event* (по событию), *Start* (Новый запуск), *Stop* (Остановка) и

Stream (Потоковая). В данной работе во всех роликах был выбран тип Event (по событию), то есть начало звукового файла синхронизируется с началом показа кадра? и в указанном кадре начинает воспроизводиться звук. Он доигрывается до конца, даже если кадры на шкале времени уже кончились. Следовательно, никакие события шкалы времени не влияют на воспроизведение звука с синхронизацией по событию.

Таким образом, была продумана и соответственно реализована анимация к каждому отдельному рисунку. В результате, было создано 19 анимированных роликов, которые позволяют изучить все перечисленные ранее темы, относящиеся к разделу: «Интерференция света».

Заключительным этапом создания анимированного учебного пособия стало объединение теоретического материала и анимированных flash-роликов в html-страницах.



...исходный звуковой сигнал смешивается со своими копиями, задержанными относительно него на различные временные интервалы.

*Ивлева Екатерина Валентиновна,
инженер-педагог,
аспирантка СПбГУ ИТМО,
Стафеев Сергей Константинович,
доктор технических наук, профессор,
декан естественно-научного
факультета СПбГУ ИТМО.*



Наши авторы, 2004.
Our authors, 2004.