Министерство образования и науки Российской Федерации Тольяттинский государственный университет Институт математики, физики и информационных технологий Кафедра «Прикладная математика и информатика»

О.М. Гущина, Н.Н. Казаченок

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА И МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИИ

Электронное учебно-методическое пособие





© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2018

ISBN 978-5-8259-1185-4

#### Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент филиала Российского государственного социального университета в г. Тольятти И.И. Муртаева; канд. техн. наук, доцент Тольяттинского государственного университета С.В. Мкртычев.

Гущина, О.М. Компьютерная графика и мультимедиатехнологии : электронное учебно-методическое пособие / О.М. Гущина, Н.Н. Казаченок. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 1 оптический диск.

В учебно-методическом пособии излагаются основы прикладной компьютерной графики и мультимедийных технологий. Рассматриваются методы и алгоритмы растровой, векторной и трехмерной компьютерной графики, этапы и технология создания мультимедиапродуктов, примеры реализации статических и динамических процессов с использованием средств мультимедиатехнологии. Предложено большое количество практических упражнений, что позволяет использовать его в качестве методического материала на практических занятиях и для самостоятельного изучения студентами.

Предназначено для студентов направлений подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», 44.03.05 «Педагогическое образование» очной и заочной форм обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2018





Редактор Л.В. Комбарова Корректор Е.Л. Хохлова Техническое редактирование: Е.Л. Хохлова Компьютерная верстка: Л.В. Сызганцева Художественное оформление, компьютерное проектирование: Г.В. Карасева

Использованные в оформлении пособия фотографии заимствованы с сайта https://pixabay.com/

Дата подписания к использованию 25.01.2018. Объем издания 53 Мб. Комплектация издания: компакт-диск, первичная упаковка. Заказ № 1-110-15.

Издательство Тольяттинского государственного университета 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, тел. 8 (8482) 53-91-47, www.tltsu.ru

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ
Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В КОМПЬЮТЕРНУЮ ГРАФИКУ
и история ее развития9
Лекция 2. Основные виды и области применения
компьютерной графики16
Контрольные вопросы
Тест
Тема 2. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ
Лекция 3. Устройства вывода графической информации30
Лекция 4. Устройства ввода графической информации
Контрольные вопросы
Тест
Тема 3 ПРЕЛСТАВЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ЛАННЫХ 67
Першия 5. Мизика света Срети црет 68
Лекция 5. Физика света. Свет и цвет
Контрольные вопросы
Тест 106
Тема 4. РАСТРОВАЯ ГРАФИКА
Лекция 7. Общие сведения о растровом изображении
Лекция 8. Растровые изображения и принципы
работы с ними
Практическая работа 1. Создание рекламного плаката
средствами растровой графики131
Практическая работа 2. Фотомонтаж при работе со слоями135
Практическая работа 3. Работа с текстом растрового
изображения
Практическая работа 4. Игры с фотографией145
Контрольные вопросы152
Тест152
Тема 5. ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА159
Лекция 9. Основные понятия векторной графики160
Лекция 10. Графический редактор CorelDraw. Шрифт
и текст в CorelDraw173
Практическая работа 1. Создание векторных объектов186
Практическая работа 2. Построение линий и кривых190
Практическая работа 3. Цвет и заливка. Работа с контуром 193

Практическая работа 4. Работа с объектами	197
Практическая работа 5. Работа с текстом	200
Практическая работа 6. Применение эффектов	208
Контрольные вопросы	212
Тест	213
Тема 6. ТРЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА	222
Лекция 11. Основные понятия трехмерной графики	223
Лекция 12. Основные принципы работы	
с трехмерной графикой	229
Практическая работа 1. Работа с простейшими	
и усложненными примитивами в 3D-Studio MAX	236
Практическая работа 2. Дублирование, зеркальное	
отражение и группирование объектов	
трехмерного изображения	244
Практическая работа 3. Работа с модификаторами	
в 3D-Studio MAX	252
Практическая работа 4. Создание шахматных фигур	258
Практическая работа 5. Моделирование кривых NURBS	
и поверхностей NURBS в 3D-Studio MAX	263
Практическая работа 6. Трехмерная анимация объектов	
в 3D-Studio MAX	269
Практическая работа 7. Текстурирование сцены	
трехмерного изображения с использованием	
редактора материалов	272
Практическая работа 8. Освещение в трехмерной графике	279
Контрольные вопросы	289
Тест	290
Тема 7. МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИИ	301
Лекция 13. Мультимедийные технологии и медиасистемы:	
возможности, типы и применение	302
Лекция 14. Цифровой звук и его характеристики,	
стандарты сжатия и форматы аудиофайлов	319
Практическая работа 1. Анаглиф 3D	335
Практическая работа 2. Создание сканограммы	342
Контрольные вопросы	345
Тест	
Вопросы итогового контроля по лисшиплине	
Библиографический список	357
Бложографи юский онноск Глоссарий	350
П	2(1
приложение	

-5-

# введение

Цель дисциплины — формирование у студентов представления о проблемах использования современных пакетов компьютерной графики и мультимедиасистем и практических навыков разработки и создания геометрических и реалистичных изображений, а также мультимедиаприложений современными программными средствами.

## Задачи

- 1. Дать представление о компьютерной графике и мультимедиатехнологиях как совокупности профессиональных умений и навыков.
- 2. Познакомить студентов с основами создания мультимедиаприложений, элементами мультимедиа и их использованием на практике.
- Научить грамотному использованию современных пакетов компьютерной графики для реализации графических изображений в соответствии с адекватной методикой применения программных средств.

В результате изучения дисциплины студенты формируют и демонстрируют следующие компетенции:

- способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;
- способность принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп;
- способность анализировать рынок программно-технических средств, информационных продуктов и услуг.

# Изучив дисциплину, студент должен

знать:

- роль и место компьютерной графики и мультимедиатехнологий в системе наук и их основных отраслях;
- виды компьютерной графики и особенности их применения;
- основные инструменты компьютерной графики и мультимедиа;

- методы, алгоритмы и этапы создания изображений, преобразования координат и объектов;
- основные характеристики и принципы использования элементов мультимедиа;
- принципы создания мультимедиаприложений и использования мультимедиатехнологий;
- этапы проектирования мультимедиапродукта;
- рынок программных средств по работе с компьютерной графикой и мультимедиа;
- технологию создания мультимедиаприложения; уметь:
- создавать и редактировать графические объекты, используя инструменты пакета компьютерной графики;
- сохранять изображение на диске в виде графического файла, выбирая оптимальный тип;
- обмениваться графическими изображениями между различными пакетами компьютерной графики;
- выполнять настройку конфигурации и отладки прикладных графических пакетов;
- выбирать программное средство для создания мультимедиаприложения;
- пользоваться аппаратными средствами мультимедиа;
  владеть:
- навыками самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к саморазвитию;
- навыками работы с современными пакетами компьютерной графики, мультимедиатехнологий и информационно-коммуникационными технологиями в соответствии с целями образовательной программы бакалавриата;
- навыками создания графических изображений средствами векторной и растровой графики и использования их на практике;
- навыками создания мультимедиаприложений и использования их на практике.

# Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В КОМПЬЮТЕРНУЮ ГРАФИКУ

## Учебные вопросы

- 1. Определение и основные задачи компьютерной графики.
- 2. История развития компьютерной (машинной) графики.
- 3. Области применения компьютерной графики.
- 4. Виды компьютерной графики.

# Изучив данную тему, студент должен

*иметь представление* об основных направлениях обработки информации, связанных с изображением на мониторе, и основных областях применения компьютерной графики;

знать:

- понятие компьютерной графики;
- основные области применения компьютерной графики;
- основные виды компьютерной графики; *уметь*:
- различать виды компьютерной графики согласно их области применения;
- определять методы обработки графических изображений;

владеть навыками распознавания методов обработки графических изображений (растрового, векторного или фрактального).

# Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по лекциям 1 и 2;
- акцентировать внимание на понятии компьютерной графики и методах обработки графических изображений;
- выполнить тест по теме «Введение в компьютерную графику»;
- ответить на контрольные вопросы по теме 1.

# Лекция 1. Основные понятия компьютерной графики и история ее развития

## Определение и основные задачи компьютерной графики

В настоящее время работа с компьютерной графикой — одно из самых популярных направлений использования персонального компьютера. Без компьютерной графики не обходится ни одна современная мультимедийная программа.

Графика — это результат визуального представления реального или воображаемого объекта, получаемый традиционными методами: рисованием или печатанием художественных образов. Компьютерная графика позволяет отобразить любые данные на устройстве вывода.

При обработке информации, связанной с изображением на мониторе, принято выделять три основных направления: распознавание образов, обработку изображений и машинную графику.

Распознавание образов или система технического зрения (COMPUTER VISION) — это совокупность методов, позволяющих получить описание изображения, поданного на вход, либо отнести заданное изображение к некоторому классу (так поступают, например, при сортировке почты).

Обработка изображений (IMAGE PROCESSING) рассматривает задачи, в которых входные и выходные данные являются изображениями. Таким образом, под обработкой изображений понимают действия (деятельность) над изображениями (преобразование изображений). Задачей обработки изображений может быть как улучшение в зависимости от определенного критерия (реставрация, восстановление), так и специальное преобразование, кардинально изменяющее изображения.

Компьютерная (машинная) графика (COMPUTER GRAPHICS) воспроизводит изображение в случае, когда исходной является информация неизобразительной природы, например: визуализация экспериментальных данных в виде графиков, гистограмм или диаграмм, вывод информации на экран компьютерных игр, синтез сцен на тренажерах. Компьютерная графика в настоящее время сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении для разнообразных изображений от простых чертежей до реалистичных образов естественных объектов. Компьютерная графика используется почти во всех научных и инженерных дисциплинах для наглядности и восприятия, передачи информации.

Конечным продуктом компьютерной графики является изображение, которое может быть представлено в различных вариациях: оно может быть техническим чертежом, иллюстрацией с изображением детали в руководстве по эксплуатации, простой диаграммой, архитектурным видом предполагаемой конструкции или проектным заданием, рекламной иллюстрацией или кадром из мультфильма.

Компьютерная графика — это наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью ЭВМ, т.е. это раздел информатики, который занимается проблемами получения различных изображений (рисунков, чертежей, мультипликации) на компьютере.

В компьютерной графике рассматриваются следующие задачи:

- представление изображения в компьютерной графике;

– подготовка изображения к визуализации;

- создание изображения;

- осуществление действий с изображением.

Под компьютерной графикой обычно понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера. Под графической информацией понимаются модели объектов и их изображения.

В случае если пользователь может управлять характеристиками объектов, говорят об интерактивной компьютерной графике, т. е. о способности компьютерной системы создавать графику и вести диалог с человеком.

Интерактивная компьютерная графика — это способность компьютерной системы создавать графику и одновременно вести диалог с пользователем. Интерактивная компьютерная графика — это использование компьютеров для подготовки и воспроизведения изображений, но при этом пользователь имеет возможность оперативно вносить изменения в изображение непосредственно в процессе его воспроизведения, т.е. предполагается возможность работы с графикой в режиме диалога в реальном масштабе времени.

Интерактивная графика представляет собой важный раздел компьютерной графики, когда пользователь имеет возможность динамически управлять содержимым изображения, его формой, размером и цветом на поверхности дисплея с помощью интерактивных устройств управления.

Работа с компьютерной графикой — одно из самых популярных направлений использования персонального компьютера, причем занимаются этой работой не только профессиональные художники и дизайнеры. На любом предприятии время от времени возникает необходимость в подаче рекламных объявлений в газеты и журналы, в выпуске рекламной листовки или буклета. Иногда предприятия заказывают такую работу специальным дизайнерским бюро или рекламным агентствам, но часто обходятся собственными силами и доступными программными средствами.

### История развития компьютерной (машинной) графики

До недавнего времени экспериментирование по использованию возможностей интерактивной машинной графики было привилегией лишь небольшого количества специалистов, в основном ученых и инженеров, занимающихся вопросами автоматизации проектирования, анализа данных и математического моделирования. Теперь же исследование реальных и воображаемых миров через призму компьютеров стало доступно для гораздо более широкого круга людей.

Такое изменение ситуации обусловлено несколькими причинами. Прежде всего, в результате резкого улучшения соотношения стоимость/производительность для некоторых компонентов аппаратуры компьютеров. Кроме того, стандартное программное обеспечение высокого уровня для графики стало широкодоступным, что упрощает написание новых прикладных программ, переносимых с компьютеров одного типа на другие.

Следующая причина обусловлена влиянием, которое дисплеи оказывают на **качество интерфейса** – средства общения между человеком и машиной, обеспечивая максимальные удобства для пользователя. Новые удобные для пользователя системы построены

в основном на подходе **WYSIWYG** (аббревиатура английского выражения «What you see is what you get» – «Что видите, то и имеете»), в соответствии с которым изображение на экране должно быть как можно более похожим на то, которое в результате печатается.

Большинство традиционных приложений машинной графики являются двумерными. В последнее время отмечается возрастающий коммерческий интерес к трехмерным приложениям. Он вызван значительным прогрессом в решении двух взаимосвязанных проблем: моделирования трехмерных сцен и построения как можно более реалистичного изображения. Например, в имитаторах полета особое значение придается времени реакции на команды, вводимые пилотом и инструктором. Чтобы создавалась иллюзия плавного движения, имитатор должен порождать чрезвычайно реалистичную картину динамически изменяющегося «мира» с частотой как минимум 30 кадров в секунду. В противоположность этому изображения, применяемые в рекламе и индустрии развлечений, вычисляют автономно, нередко в течение часов, с целью достичь максимального реализма или произвести сильное впечатление.

Развитие компьютерной графики, особенно на ее начальных этапах, в первую очередь связано с развитием технических средств и в особенности дисплеев:

- произвольное сканирование луча;
- растровое сканирование луча;
- запоминающие трубки;
- плазменная панель;
- жидкокристаллические индикаторы;
- электролюминесцентные индикаторы;
- дисплеи с эмиссией полем.

Произвольное сканирование луча. Дисплейная графика появилась как попытка использовать электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) с произвольным сканированием луча для вывода изображения из ЭВМ. Как пишет Ньюмен: «По-видимому, первой машиной, где ЭЛТ использовалась в качестве устройства вывода, была ЭВМ Whirlwind–I (Ураган–I), изготовленная в 1950 году в Массачусетском технологическом институте». С этого эксперимента начался этап развития векторных дисплеев (дисплеев с произвольным скани-

**рованием луча**, **каллиграфических дисплеев**). На профессиональном жаргоне вектором называется отрезок прямой. Отсюда и происходит название «**векторный дисплей**».

При перемещении луча по экрану в точке, на которую попал луч, возбуждается свечение люминофора экрана. Это свечение достаточно быстро прекращается при перемещении луча в другую позицию (обычное время послесвечения — менее 0,1 с), поэтому, для того чтобы изображение было постоянно видимым, приходится его перевыдавать (регенерировать изображение) 50 или 25 раз в секунду. Необходимость перевыдачи изображения требует сохранения его описания в специально выделенной памяти, называемой памятью регенерации. Само описание изображения называется дисплейным файлом. Понятно, что такой дисплей требует достаточно быстрого процессора для обработки дисплейного файла и управления перемещением луча по экрану.

Обычно серийные векторные дисплеи успевали 50 раз в секунду строить только около 3000...4000 отрезков. При большем числе отрезков изображение начинает мерцать, так как отрезки, построенные в начале очередного цикла, полностью погасают к тому моменту, когда будут строиться последние.

Другим недостатком векторных дисплеев является малое число градаций по яркости (обычно 2–4). Были разработаны, но не нашли широкого применения двух- и трехцветные ЭЛТ, также обеспечивавшие несколько градаций яркости.

В векторных дисплеях легко стереть любой элемент изображения — достаточно при очередном цикле построения удалить стираемый элемент из дисплейного файла.

Текстовый диалог поддерживается с помощью алфавитно-цифровой клавиатуры. Косвенный графический диалог, как и во всех остальных дисплеях, осуществляется перемещением перекрестия (курсора) по экрану с помощью тех или иных средств управления перекрестием — координатных колес, управляющего рычага (джойстика), трекбола (шаровой рукоятки), планшета и т. д. Отличительной чертой векторных дисплеев является возможность непосредственного графического диалога, заключающаяся в простом указании с помощью светового пера объектов на экране (линий, символов и т. д.). Для этого достаточно с помощью фотодиода определить момент прорисовки и, следовательно, начала свечения люминофора любой части требуемого элемента.

Растровое сканирование луча. Прогресс в технологии микроэлектроники привел к тому, что с середины 1970-х годов подавляющее распространение получили дисплеи с растровым сканированием луча.

Запоминающие трубки. В конце 1960-х годов появилась запоминающая ЭЛТ, которая способна достаточно длительное время (до часа) хранить построенное изображение прямо на экране. Следовательно, не обязательна память регенерации и не нужен быстрый процессор для выполнения регенерации изображения. Стирание на таком дисплее возможно только для всей картинки в целом. Сложность изображения практически не ограничена. Разрешение, достигнутое на дисплеях на запоминающей трубке, такое же, как и на векторных, или выше – до 4096 точек.

Текстовый диалог поддерживается с помощью алфавитно-цифровой клавиатуры, косвенный графический диалог осуществляется перемещением перекрестия по экрану обычно с помощью координатных колес.

Появление таких дисплеев, с одной стороны, способствовало широкому распространению компьютерной графики, с другой стороны, представляло собой определенный регресс, так как распространялась сравнительно низкокачественная и низкоскоростная, не слишком интерактивная графика.

Плазменная панель. В 1966 году была изобретена плазменная панель, которую упрощенно можно представить как матрицу из маленьких разноцветных неоновых лампочек, каждая из которых включается независимо и может светиться с регулируемой яркостью. В определенном смысле эти дисплеи объединяют в себе многие полезные свойства векторных и растровых устройств. К недостаткам следует отнести большую стоимость, недостаточно высокое разрешение и большое напряжение питания. В целом эти дисплеи не нашли широкого распространения.

Жидкокристаллические индикаторы. Дисплеи на жидкокристаллических индикаторах работают аналогично индикаторам в электронных часах, но, конечно, изображение состоит не из нескольких сегментов, а из большого числа отдельно управляемых точек. Эти дисплеи имеют наименьшие габариты и энергопотребление, поэтому широко используются в портативных компьютерах, несмотря на меньшее разрешение, меньшую контрастность и заметно большую цену, чем для растровых дисплеев на ЭЛТ.

Электролюминесцентные индикаторы. Наиболее высокие яркость, контрастность, рабочий температурный диапазон и прочность имеют дисплеи на электролюминесцентных индикаторах. Благодаря достижениям в технологии они стали доступны для применения не только в дорогих высококлассных системах, но и в общепромышленных системах. Работа таких дисплеев основана на свечении люминофора под воздействием относительно высокого переменного напряжения, прикладываемого к взаимно перпендикулярным наборам электродов, между которыми находится люминофор.

Дисплеи с эмиссией полем. Дисплеи на электронно-лучевых трубках, несмотря на их относительную дешевизну и широкое распространение, механически непрочны, требуют высокого напряжения питания, потребляют большую мощность, имеют большие габариты и ограниченный срок службы, связанный с потерей эмиссии катодами. Одним из методов устранения указанных недостатков является создание плоских дисплеев с эмиссией полем с холодных катодов в виде сильно заостренных микроигл.

Таким образом, стартовав в 1950 году, компьютерная графика к настоящему времени прошла путь от экзотических экспериментов до одного из важнейших, всепроникающих инструментов современной цивилизации, начиная от научных исследований, автоматизации проектирования и изготовления, бизнеса, медицины, экологии, средств массовой информации, досуга и кончая бытовым оборудованием.

# Лекция 2. Основные виды и области применения компьютерной графики

#### Области применения компьютерной графики

Область применения компьютерной графики не ограничивается одними художественными эффектами. Во всех отраслях науки, техники, медицины, в коммерческой и управленческой деятельности используются построенные с помощью компьютера схемы, графики, диаграммы, предназначенные для наглядного отображения разнообразной информации. Конструкторы, разрабатывая новые модели автомобилей и самолетов, используют трехмерные графические объекты, чтобы представить окончательный вид изделия. Архитекторы создают на экране монитора объемное изображение здания, и это позволяет им увидеть, как оно впишется в ландшафт.

Рассмотрим области применения компьютерной графики.

Научная графика. Первые компьютеры использовались лишь для решения научных и производственных задач. Чтобы лучше понять полученные результаты, производили их графическую обработку, строили графики, диаграммы, чертежи рассчитанных конструкций. Первые графики на машине получали в режиме символьной печати. Затем появились специальные устройства — графопостроители (плоттеры) для вычерчивания чертежей и графиков чернильным пером на бумаге. Современная научная компьютерная графика дает возможность проводить вычислительные эксперименты с наглядным представлением их результатов.

Деловая графика. Деловая графика — область компьютерной графики, предназначенная для наглядного представления различных показателей работы учреждений. Плановые показатели, отчетная документация, статистические сводки — вот объекты, для которых с помощью деловой графики создаются иллюстративные материалы. Программные средства деловой графики включаются в состав электронных таблиц.

Конструкторская графика. Конструкторская графика используется в работе инженеров-конструкторов, архитекторов, изобретателей новой техники. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом САПР (систем автоматизации проектирования). Средствами конструкторской графики можно получать как плоские изображения (проекции, сечения), так и пространственные трехмерные изображения.

**Иллюстративная графика.** Иллюстративная графика — это произвольное рисование и черчение на экране компьютера. Пакеты иллюстративной графики относятся к прикладному программному обеспечению общего назначения. Простейшие программные средства иллюстративной графики называются графическими редакторами.

Художественная и рекламная графика. Художественная и рекламная графика стала популярной во многом благодаря телевидению. С помощью компьютера создаются рекламные ролики, мультфильмы, компьютерные игры, видеоуроки, видеопрезентации. Графические пакеты для этих целей требуют больших ресурсов компьютера по быстродействию и памяти. Отличительной особенностью этих графических пакетов является возможность создания реалистических изображений и «движущихся картинок». Получение рисунков трехмерных объектов, их повороты, приближения, удаления, деформации связаны с большим объемом вычислений. Передача освещенности объекта в зависимости от положения источника света, от расположения теней, от фактуры поверхности требует расчетов, учитывающих законы оптики.

Компьютерная анимация. Компьютерная анимация – это получение движущихся изображений на экране дисплея. Художник создает на экране рисунок начального и конечного положения движущихся объектов, все промежуточные состояния рассчитывает и изображает компьютер, выполняя расчеты, опирающиеся на математическое описание данного вида движения. Полученные рисунки, выводимые последовательно на экран с определенной частотой, создают иллюзию движения. Мультимедиа – это объединение высококачественного изображения на экране компьютера со звуковым сопровождением. Наибольшее распространение системы мультимедиа получили в области обучения, рекламы, развлечений.

**Графика** для **Интернета**. Появление глобальной сети Интернет привело к тому, что компьютерная графика стала занимать важное место в ней. Все больше совершенствуются способы передачи визуальной информации, разрабатываются более совершенные графические форматы, ощутимо желание использовать трехмерную графику, анимацию, весь спектр мультимедиа.

## Виды компьютерной графики

Различают три вида компьютерной графики: растровая, векторная и фрактальная. Они отличаются принципами формирования изображения при отображении на экране монитора или при печати на бумаге.

Растровый метод — изображение представляется в виде набора окрашенных точек. Растровую графику применяют при разработке электронных мультимедийных и полиграфических изданий. Иллюстрации, выполненные средствами растровой графики, редко создают вручную с помощью компьютерных программ. Чаще всего для этой цели используют отсканированные иллюстрации, подготовленные художниками, или фотографии. В последнее время для ввода растровых изображений в компьютер нашли широкое применение цифровые фото- и видеокамеры.

На рис. 1.1–1.3 представлены примеры растрового, векторного и фрактального изображений.



Рис. 1.1. Пример растрового изображения

Большинство графических редакторов, предназначенных для работы с растровыми иллюстрациями, ориентированы не столько на создание изображений, сколько на их обработку. В Интернете пока применяются только растровые иллюстрации. Векторный метод — это метод представления изображения в виде совокупности отрезков, дуг и т.д. В данном случае вектор — это набор данных, характеризующих какой-либо объект.



Рис. 1.2. Пример векторного изображения



Рис. 1.3. Пример фрактального изображения

Программные средства для работы с векторной графикой предназначены в первую очередь для создания иллюстраций и в меньшей степени для их обработки. Такие средства широко используют в рекламных агентствах, дизайнерских бюро, редакциях и издательствах. Оформительские работы, основанные на применении шрифтов и простейших геометрических элементов, решаются средствами векторной графики много проще. Программные средства для работы с **фрактальной графикой** предназначены для автоматической генерации изображений путем математических расчетов. Создание фрактальной художественной композиции состоит не в рисовании или оформлении, а в программировании. Фрактальную графику редко применяют для создания печатных или электронных документов, но ее часто используют в развлекательных программах.

Фрактальная графика, как и векторная, — вычисляемая, но отличается от нее тем, что никакие объекты в памяти компьютера не хранятся. Изображение строится по уравнению (или по системе уравнений), поэтому ничего, кроме формулы, хранить не надо.

Изменив коэффициенты в уравнении, можно получить совершенно другую картину. Способность фрактальной графики моделировать образы живой природы вычислительным путем часто используют для автоматической генерации необычных иллюстраций.

## Контрольные вопросы

- 1. Что понимают под графикой? Какие основные направления выделяют при обработке информации?
- 2. В чем сущность распознавания образов изображений?
- 3. Какие задачи решает машинная графика?
- 4. Что является конечным продуктом компьютерной графики?
- 5. Что понимают под интерактивной компьютерной графикой?
- 6. Чем вызван интерес к использованию компьютерной графики в различных профессиональных сферах?
- 7. Какое влияние на развитие компьютерной графики оказало развитие технических средств и в особенности дисплеев?
- 8. В чем сущность произвольного сканирования луча в дисплейной графике?
- 9. Как растровое сканирование луча повлияло на развитие компьютерной графики?
- 10. Каково влияние жидкокристаллических индикаторов на развитие компьютерной графики?
- 11. Какова область применения компьютерной графики?

- 12. Что представляет собой деловая графика? Каковы области ее интересов?
- 13. Что представляет собой конструкторская графика? Каковы области ее интересов?
- 14. Что представляет собой иллюстративная графика? Каковы области ее интересов?
- 15. Что представляет собой художественная графика? Каковы области ее интересов?
- 16. Каковы принципы формирования изображения при растровом методе обработки?
- 17. Каковы принципы представления изображения при векторном методе обработки?
- 18. Что представляет собой фрактальная графика? Каким образом происходит создание изображений при работе с фрактальной графикой?

# Тест

1. Одной из основных функций графического редактора является:

- а) масштабирование изображений;
- б) хранение кода изображения;
- в) создание изображений;
- г) просмотр и вывод содержимого видеопамяти.

2. Элементарным объектом, используемым в растровом графическом редакторе, является:

- а) точка (пиксел);
- б) объект (прямоугольник, круг и т.д.);
- в) палитра цветов;
- г) знакоместо (символ).

3. Графика с представлением изображения в виде совокупности объектов называется:

- а) фрактальной;
- б) растровой;
- в) векторной;
- г) прямолинейной.

**4.** Какой способ представления графической информации экономичнее по использованию памяти?

а) растровый;

- б) векторный;
- в) фрактальный

г) образный.

**5.** Наименьшим элементом поверхности экрана, для которого могут быть заданы адрес, цвет и интенсивность, является:

- а) символ;
- б) зерно люминофора;
- в) пиксел;

г) растр.

**6.** Деформация изображения при изменении размера рисунка – один из недостатков:

- а) векторной графики;
- б) растровой графики;
- в) фрактальной графики;
- г) образной графики.

**7.** Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется:

а) прямолинейной;

б) фрактальной;

в) векторной;

г) растровой.

8. Примитивами в графическом редакторе называют:

- а) среду графического редактора;
- б) простейшие фигуры, рисуемые с помощью специальных инструментов графического редактора;
- в) операции, выполняемые над файлами, содержащими изображения, созданные в графическом редакторе;
- г) режимы работы графического редактора.

9. Какое расширение имеют файлы графического редактора Paint?

a).exe;

б).doc;

в).bmp;

г) .com.

10. Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется:

а) векторной;

б) фрактальной;

в) растровой;

г) 3D-графикой.

11. Графика с представлением изображения в виде кривых, координаты которых описываются математическими уравнениями, называется:

а) линейной;

б) векторной;

в) растровой;

г) трехмерной.

12. Применение векторной графики по сравнению с растровой (укажите верное утверждение):

 а) сокращает объем памяти, необходимой для хранения изображения, и облегчает редактирование последнего;

б) увеличивает объем памяти, необходимой для хранения изображения;

 в) не влияет на объем памяти, необходимой для хранения изображения, и на трудоемкость редактирования изображения;

г) не меняет способы кодирования изображения.

**13.** Графическое изображение, представленное в памяти компьютера в виде описания совокупности точек с указанием их координат и оттенка цвета, называется:

а) растровым;

б) векторным;

в) фрактальным;

г) линейным.

14. Какое из данных определений соответствует определению векторного изображения?

- а) изображение записывается в памяти попиксельно, т. е. формируется таблица, в которой записывается код цвета каждой точки изображения;
- б) изображение представляет собой последовательность точек со своими координатами, соединенных между собой кривыми, которые описываются математическими уравнениями;
- в) изображение записывается в памяти попиксельно, т. е. формируется таблица, в которой записываются координаты каждой точки изображения;
- г) изображение представляет собой последовательность точек со своими координатами, соединенных между собой кривыми, цвета которых закодированы в таблице.

15. Компьютерная графика – это:

- a) область информатики, занимающаяся проблемами получения различных изображений на компьютере;
- б) область информатики, занимающаяся кодировкой графических изображений;
- в) область информатики, занимающаяся созданием иллюстраций;
- г) область информатики, занимающаяся вопросами написания программ для создания графических изображений.

16. Что не является областью применения компьютерной графики?

а) научная графика;

б) растровая графика;

- в) конструкторская графика;
- г) деловая графика.

17. Что не является видом компьютерной графики?

а) растровая графика;

б) векторная графика;

в) фрактальная графика;

г) деловая графика.

**18.** Графическим редактором называется программа, предназначенная:

а) для редактирования графического изображения символов шрифта;

- б) построения диаграмм;
- в) работы с графическими изображениями;

г) просмотра фотографий.

19. Элементарным объектом, используемым в растровом графическом редакторе, является:

а) точка экрана (пиксел);

б) прямоугольник;

в) круг;

г) палитра цветов.

**20.** Деформация изображения при изменении размера рисунка – один из недостатков:

а) векторной графики;

б) растровой графики;

- в) фрактальной графики;
- г) образной графики.

21. Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется:

а) фрактальной;

б) растровой;

в) векторной;

г) прямолинейной.

22. Одной из основных функций графического редактора является:

а) ввод изображений;

б) хранение кода изображения;

в) создание изображений;

г) просмотр и вывод содержимого видеопамяти.

23. Какие из графических редакторов являются векторными?

a) Adobe PhotoShop;

б) CorelDraw;

в) Paint;

г) Adobe Illustrator.

24. Что такое компьютерная графика?

- а) специальная область информатики;
- б) область человеческой деятельности;
- в) самостоятельная дисциплина;

г) направление техники.

- 25. Графический редактор обычно используется:
- а) для совершения вычислительных операций;
- б)рисования;
- в) хранения реляционных баз данных;
- г) написания программ.

26. Основная задача компьютерной графики – это

- а) визуализация (создание изображения);
- б) обработка изображений (преобразование изображений);
- в) распознавание изображений;
- г) хранение изображений.

27. Существует три вида компьютерной графики:

- а) растровая;
- б) векторная;
- в) фрактальная;
- г) художественная.

**28.** Какой из разделов компьютерной графики изучает приемы и методы построения объемных моделей?

- а) фрактальная;
- б) растровая;
- в) трехмерная;
- г) векторная.

# 29. Графический редактор – это

- а) программа для работы преимущественно с текстовой информацией;
- б) программа для обработки изображений;
- в) программа для управления ресурсами ПК при создании рисунков;
- г) программа для управления данными.

30. Растровую графику применяют:

а) при разработке электронных и полиграфических изданий;

- б) в развлекательных программах;
- в) в оформительских работах, основанных на применении шрифтов и геометрических элементов;
- г) при создании мультипликационных фильмов.

31. Растровые изображения формируются:

а) из линий;

б) окружностей;

- в) прямоугольников;
- г) пикселов.

**32.** Программы, предназначенные для работы с растровыми изображениями, – это

- a) Adobe PhotoShop;
- б) Picture Publisher;
- в) Adobe Illustrator;
- г) CorelDraw.

33. Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется:

- а) растровой;
- б) точечной;
- в) прямолинейной;
- г) фигурной.

34. Что считается базовым изображением в векторной графике?

а) точка;

- б) множество линий;
- в)линия;
- г) сложная фигура.

**35.** Одна и та же геометрическая фигура занимает меньше места в памяти машины, если она выполнена средствами:

- а) программы трехмерной графики;
- б) программы векторной графики;
- в) программы растровой графики.

**36.** Графические примитивы в графическом редакторе представляют собой:

- а) операции над файлами с изображениями, созданными в графическом редакторе;
- б) режимы работы графического редактора;
- в) простейшие фигуры, рисуемые с помощью специальных инструментов графического редактора.

37. Создание фрактальной композиции состоит:

- а) в рисовании;
- б) в оформлении;
- в) в программировании.

38. Простейшим элементом фрактальной графики является:

а) точка;

б)линия;

в) треугольник.

39. Укажите графические изображения, которые являются фракталами:

а) треугольник Серпинского;

- б) снежинка Коха;
- в) дракон Хартера Хейтуэя;
- г) треугольник Пифагора.

# Тема 2. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

## Учебные вопросы

- 1. Мониторы их классификация, принцип действия и основные характеристики.
- Принтеры их классификация, основные характеристики и принципы работы.
- 3. Плоттеры их основная характеристика и принципы работы.
- 4. Сканеры их классификация и основные характеристики.
- 5. Манипулятор «мышь», джойстик, трекбол, тачпад и трекпойнт их основные характеристики и принципы работы.
- 6. Средства диалога для систем виртуальной реальности.

## Изучив данную тему, студент должен

*иметь представление* об основных технических устройствах, предназначенных для ввода и вывода графической информации;

знать:

- устройства ввода информации, их характеристики и принципы работы;
- устройства вывода информации, их характеристики и принципы работы;

*уметь* различать устройства, предназначенные для ввода информации, и устройства, предназначенные для вывода информации;

владеть навыками работы с основными устройствами ввода-вывода графической информации.

## Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по лекциям 3 и 4;
- акцентировать внимание на различиях технических устройств, предназначенных для ввода и вывода информации;
- выполнить тест по теме «Аппаратное обеспечение компьютерной графики»;
- ответить на контрольные вопросы по теме 2.

## Лекция 3. Устройства вывода графической информации

## Мониторы — их классификация, принцип действия и основные характеристики

Одной из наиболее важных составных частей персонального компьютера является его видеоподсистема, состоящая из монитора и видеоадаптера (обычно размещаемого на системной плате). Монитор предназначен для отображения на экране текстовой и графической информации, визуально воспринимаемой пользователем персонального компьютера. В настоящее время существует большое разнообразие типов мониторов. Их можно охарактеризовать следующими основными признаками.

По режиму отображения мониторы делятся:

- на растровые дисплеи;

- векторные дисплеи.

В векторных дисплеях с регенерацией изображения на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) используется люминофор с очень коротким временем послесвечения. Такие дисплеи часто называют дисплеями с произвольным сканированием. Из-за того, что время послесвечения люминофора мало, изображение на ЭЛТ за секунду должно многократно перерисоваться или регенерироваться. Минимальная скорость регенерации должна составлять, по крайней мере, 30 (1/с), а предпочтительнее 40...50 (1/с). Скорость регенерации, меньшая 30, приводит к мерцанию изображения.

Кроме ЭЛТ, для векторного дисплея необходим дисплейный буфер и дисплейный контроллер. Дисплейный буфер — непрерывный участок памяти, содержащий всю информацию, необходимую для вывода изображения на ЭЛТ. Функция дисплейного контроллера заключается в том, чтобы циклически обрабатывать эту информацию со скоростью регенерации. Сложность рисунка ограничивается двумя факторами — размером дисплейного буфера и скоростью контроллера.

Растровое устройство можно рассматривать как матрицу дискретных ячеек (точек), каждая из которых может быть подсвечена. Таким образом, оно является точечно-рисующим устройством. Невозможно, за исключением специальных случаев, непосредственно нарисовать отрезок прямой из одной адресуемой точки или пиксела в матрице в другую адресуемую точку. Отрезок можно только аппроксимировать последовательностями точек (пикселов), близко лежащих к реальной траектории отрезка.

Отрезок прямой из точек получится только в случае горизонтальных, вертикальных или расположенных под углом 45 градусов отрезков. Все другие отрезки будут выглядеть как последовательности ступенек. Это явление называется **лестничным эффектом**, или **«зазубренностью»**.

Чаще всего для графических устройств с растровой ЭЛТ используется буфер кадра. **Буфер кадра** представляет собой большой непрерывный участок памяти компьютера. Для каждой точки или пиксела в растре отводится как минимум один бит памяти. Эта память называется битовой плоскостью. Для квадратного растра размером 512×512 требуется 2<sup>18</sup>, или 262 144 бита памяти в одной **битовой плоскости**. Из-за того что бит памяти имеет только два состояния (двоичное 0 или 1), имея одну битовую плоскость, можно получить лишь черно-белое изображение. Битовая плоскость является цифровым устройством, тогда как растровая ЭЛТ – аналоговое устройство. Поэтому при считывании информации из буфера кадра и ее выводе на графическое устройство с растровой ЭЛТ должно происходить преобразование из цифрового представления в аналоговый сигнал. Такое преобразование выполняет цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).

По типу экрана мониторы делятся:

- на дисплеи на основе ЭЛТ;

- жидкокристаллические (ЖК);

- плазменные.

Чтобы понять принцип работы растровых и векторных дисплеев с регенерацией, **нужно иметь представление о конструкции** ЭЛТ и методах создания видеоизображения.

На рис. 2.1 схематично показана ЭЛТ, используемая в видеомониторах.



Рис. 2.1. Электронно-лучевая трубка дисплея

Катод (отрицательно заряженный) нагревают до тех пор, пока возбужденные электроны не создадут расширяющегося облака (электроны отталкиваются друг от друга, так как имеют одинаковый заряд). Эти электроны притягиваются к сильно заряженному положительному аноду. На внутреннюю сторону расширенного конца ЭЛТ нанесен люминофор. Облако электронов с помощью линз фокусируется в узкий, строго параллельный пучок, и луч дает яркое пятно в центре ЭЛТ. Луч отклоняется или позиционируется влево или вправо от центра и (или) выше или ниже центра с помощью усилителей горизонтального и вертикального отклонения. Именно в данный момент проявляется отличие векторных и растровых дисплеев. В векторном дисплее электронный луч может быть отклонен непосредственно из любой произвольной позиции в любую другую произвольную позицию на экране ЭЛТ (аноде). Поскольку люминофорное покрытие нанесено на экран ЭЛТ сплошным слоем, то в результате получается почти идеальная прямая. В отличие от этого в растровом дисплее луч может отклоняться только в строго определенные позиции на экране, образующие своеобразную мозаику. Эта мозаика составляет видеоизображение. Люминофорное покрытие на экране растровой ЭЛТ тоже не непрерывно, а представляет собой множество тесно расположенных мельчайших точек, куда может позиционироваться луч, образуя мозаику.

Экран жидкокристаллического дисплея (ЖКД) состоит из двух стеклянных пластин, между которыми находится масса, содержащая жидкие кристаллы, которые изменяют свои оптические свойства в зависимости от прилагаемого электрического заряда (рис. 2.2). Жидкие кристаллы сами не светятся, поэтому ЖКД нуждаются в подсветке или во внешнем освещении.

Основным достоинством ЖКД являются их габариты (экран плоский). К недостаткам можно отнести недостаточное быстродействие при изменении изображения на экране, что особенно заметно при перемещении курсора мыши, а также зависимость резкости и яркости изображения от угла зрения.



Рис. 2.2. Принцип работы жидкокристаллического дисплея

Жидкокристаллические дисплеи обладают неоспоримыми преимуществами перед конкурирующими устройствами отображения.

1. **Размеры.** ЖК-дисплеи отличаются малой глубиной и небольшой массой и поэтому их более удобно перемещать и устанавливать, чем ЭЛТ-мониторы, у которых размер в глубину приблизительно равен ширине.

2. Энергопотребление. ЖК-дисплей потребляет меньшую мощность, чем ЭЛТ-монитор с сопоставимыми характеристиками.

3. Удобство для пользователя. В ЭЛТ электронные лучи при развертке движутся по экрану, обновляя изображение. Хотя в большинстве случаев можно установить такую частоту регенерации (число обновлений экрана электронными лучами в секунду), что изображение выглядит стабильным, некоторые пользователи все же воспринимают мерцание, способное вызвать быстрое утомление глаз и головную боль. На экране ЖК-дисплея каждый пиксел либо включен, либо выключен, так что мерцание отсутствует. Кроме того, для ЭЛТ-мониторов характерно в небольших количествах электромагнитное излучение; в ЖК-мониторах такого излучения нет.

В ЖК-дисплеях угол обзора не только мал, но и асимметричен: обычно он составляет 45 градусов по горизонтали и +15...-30 по вертикали. Излучающие дисплеи, такие как электролюминесцентные, плазменные и на базе ЭЛТ, как правило, имеют конус обзора от 80 до 90 градусов по обеим осям.

Газоплазменные (плазменные) мониторы состоят из двух пластин, между которыми находится газовая смесь, светящаяся под воздействием электрических импульсов (рис. 2.3). Такие мониторы не имеют недостатков, присущих ЖКД, однако их нельзя использовать в переносных компьютерах с аккумуляторным и батарейным питанием, так как они потребляют большой ток.



Рис. 2.3. Строение плазменной панели

**1.** Размеры. Измеряется в дюймах: 14", 15", 17", 21" и другие мониторы. Следует помнить, что размер изображения, как правило, на дюйм меньше размера кинескопа. Считается, что 15" монитор отлично подходит для работы в домашних условиях; 17" монитор необходим для профессиональной работы с графикой; размеры экрана больше 21" для персонального монитора на сегодняшний день не очень удобны для пользования, так как экран тяжело окинуть взглядом.

Размер зерна экрана — расстояние в миллиметрах между двумя соседними люминофорами одного цвета. Меньший размер зерна соответствует более резкой и контрастной картинке, создавая общее впечатление чистоты цвета и четкого контура изображения. У мо-

ниторов разного типа размер зерна экрана может находиться в пределах от 0,18 до 0,50 мм. Наиболее оптимальными для восприятия считаются мониторы с зерном экрана от 0,24 до 0,28 мм.

**2.** Разрешающая способность. Разрешающая способность – число пикселов (точек экрана) по горизонтали и вертикали. Эта характеристика определяет контрастность изображения. Она зависит от размера экрана и размера зерна экрана, но может изменяться (в определенных пределах) с помощью программной настройки.

**3.** Энергопотребление. Такие мониторы нельзя использовать в переносных компьютерах с аккумуляторным и батарейным питанием, так как они потребляют большой ток.

Функциональные возможности и характеристики: широкий угол обзора по горизонтали и по вертикали (160° и более); очень малое время отклика (4 мкс по каждой строке); высокая чистота цвета; простота производства крупноформатных панелей (недостижимая при тонкопленочном технологическом процессе); малая толщина – газоразрядная панель имеет толщину около одного сантиметра или менее, а управляющая электроника добавляет еще несколько сантиметров; отсутствие геометрических искажений изображения; широкий температурный диапазон; отсутствие необходимости в юстировке изображения; механическая прочность.

По цветности мониторы делятся:

- на цветные;

- монохромные.

Все современные аналоговые мониторы условно можно разделить на следующие типы:

- с фиксированной частотой развертки;

- с несколькими фиксированными частотами;

- многочастотные (мультичастотные).

Мультичастотные мониторы обладают способностью настраиваться на произвольные значения частот синхронизации из некоторого заданного диапазона, например, 30...64 кГц для строчной и 50...100 Гц – для кадровой развертки. Разработчиками мониторов данного типа является фирма NEC. В названии таких мониторов присутствует слово Multisync. Эти мониторы относятся к наиболее распространенному типу мониторов с электронно-лучевой трубкой.

#### Видеосигнал:

- цифровой;

- аналоговый.

Под цифровыми мониторами понимаются устройства отображения зрительной информации на основе электронно-лучевой трубки, управляемой цифровыми схемами. К цифровым относятся монохромные мониторы, снабженные видеоадаптерами стандартов MDA и Hercules, цветные RGB-мониторы, предназначенные для подключения к видеоадаптеру стандарта EGA. Монохромные мониторы способны отображать на экране только темные и светлые точки, иногда точки могут различаться интенсивностью. Негсules-мониторы имеют разрешение до 728×348 пикселов, небольшие габариты и вес. Блок развертки монитора получает синхроимпульсы от соответствующего видеоадаптера. RGB-мониторы способны отображать 16 цветов, однако разрешение экрана у них меньше, чем у Hercules-мониторов.

Электронно-лучевая трубка мониторов данного типа управляется аналоговыми сигналами, поступающими от видеоадаптера. Принцип работы электронно-лучевой трубки монитора такой же, как у телевизионной трубки. Аналоговые мониторы способны поддерживать разрешение стандарта VGA (640×480) пикселов и выше.

**Прочие характеристики:** функции управления растром, система энергосбережения, защита от излучения, вес, габариты, потребляемая мощность.

Работой монитора руководит специальная плата, которую называют **видеоадаптером** (**видеокартой**). Вместе с монитором видеокарта создает видеоподсистему персонального компьютера. В первых компьютерах видеокарты не было.

Видеоадаптер имеет вид отдельной платы расширения, которую вставляют в определенный слот материнской платы (в современных ПК это слот AGP). Видеоадаптер выполняет функции видеоконтроллера, видеопроцессора и видеопамяти.

Сформированное графическое изображение хранится во внутренней памяти **видеоадаптера**, которая называется **видеопамятью**. Необходимая емкость видеопамяти зависит от заданной разрешающей способности и палитры цветов, поэтому для работы в режимах с высокой разрешающей способностью и полноцветной гаммой
нужно как можно больше видеопамяти. Видеопамять, как правило, строится на микросхемах динамической памяти с произвольным доступом (DRAM), обладающих большим объемом. Видеопамять доступна процессору как обычная оперативная память.

Основные характеристики:

- режим работы (текстовый и графический);
- воспроизведение цветов (монохромный и цветной);
- число цветов или полутонов (в монохромном);
- разрешающая способность (число адресуемых на экране монитора пикселов по горизонтали и вертикале);
- разрядность шины данных, определяющая скорость обмена данными с системной шиной и т. д.

Важнейшей характеристикой является емкость видеопамяти, она определяет количество хранимых в памяти пикселов и их атрибутов.

Первоначально IBM PC выпускались с черно-белым адаптером MDA (Monochrome Display Adapter). Максимальное разрешение составляло 640×350 точек, графические возможности отсутствовали. Следующим был также черно-белый видеоадаптер «Геркулес», выпущенный фирмой Hercules Computer Technology, Inc. Этот адаптер обеспечивает разрешение 720×350 с графическими возможностями.

Первым цветным видеоадаптером фирмы IBM стал CGA (Color Graphics Adapter). Разрешение его мало (320×200), цветов мало (до 4). Максимальное разрешение составляет 640×200.

Затем был выпущен видеоадаптер EGA (Enhanced Graphics Adapter). Он обеспечивает разрешение 640×200 при 16 цветах из 64. Максимальное разрешение 640×350.

Первым видеоадаптером со сравнительно приемлемыми характеристиками стал VGA (Video Graphics Array) с максимальным разрешением до 800×600 при 256 цветах.

Таким образом, существуют следующие видеоконтроллеры:

- Hercules монохромный графический адаптер;
- MDA монохромный дисплейный адаптер;
- MGA монохромный графический адаптер;
- CGA цветной графический адаптер;
- EGA улучшенный графический адаптер;
- VGA видеографический адаптер (видеографическая матрица);

- SVGA улучшенный видеографический адаптер;
- PGA профессиональный графический адаптер.

Для повышения быстродействия графических подсистем IBM PC выпускаются специальные типы адаптеров – графические акселераторы. Графические акселераторы содержат собственные процессоры, которые специализированы для выполнения графических преобразований, поэтому изображения обрабатываются быстрее, чем с использованием универсального ЦП ПЭВМ.

Акселераторы, кроме типа и возможностей графического процессора, различаются по следующим основным параметрам:

- память для сохранения изображений. В некоторых случаях используется обычная динамическая память DRAM, но обычно используется специализированная видеопамять VRAM;
- используемая шина. В настоящее время обычно используется PCI;
- ширина регистров. Чем шире регистр, тем большее число пикселов можно обработать за одну команду. В настоящее время ширина – 64 бита.

#### Принтеры — их классификация, основные характеристики и принцип работы

Принтер — периферийное устройство компьютера для вывода на физический носитель текста или изображений. Самый первый принтер был создан в 1953 году компанией Remington Rand. Он назывался UNIPRINTER и предназначался для компьютера UNIVAC (первой в мире серийной ЭВМ, выпущенной серией в 40 машин).

Принтеры различаются по типу носителя, на который они печатают. Самый распространенный и всем известный носитель – бумага. Подавляющее большинство принтеров предназначены для печати на бумаге формата A4 с плотностью 80 мг/м, но есть модели, способные работать с более плотной бумагой (ватманом и картоном), с большими форматами, вплоть до A0, для печати широкоформатных чертежей и плакатов. Кроме листовой бумаги разных размеров некоторые принтеры способны печатать на рулонной бумаге. Для получения качественных цветных изображений используется фотобумага со специальным покрытием, в которое впитывается краска. Существуют специальные модификации принтеров, способные наносить изображения на ткань, пластик, иногда даже на стекло или металл, причем не только на плоские поверхности, но и на объемные фигуры. В настоящее время очень много информации про 3D-принтеры, но, несмотря на созвучное название, это отдельный абсолютно новый тип устройств с огромным потенциалом, а не отдельный вид «классических» принтеров. Обычные принтеры наносят картинку на уже имеющийся физический носитель, а 3D-принтеры самостоятельно и полностью формируют необходимое объемное изделие из пластика или другого материала.

Принтер – периферийное устройство, подключаемое к компьютеру. Способов подключения существует довольно много, большинство из них уже устарело и не используются или же установлены наряду с другими типами соединения на дорогих и сложных специализированных печатающих устройствах. Среди устаревших или «экзотических» соединений можно назвать подключения через SCSI-кабель, последовательный (COM) и параллельный порты (LPT или же одну из его модификаций – Centronix) и через беспроводное инфракрасное соединение (IRDA).

Сейчас же практически во всех новых принтерах используется подключение по интерфейсу USB или по локальной сети стандарта Ethernet. Также стремительно набирают популярность модели принтеров, работающих через беспроводные интерфейсы Bluetooth и Wi-Fi. Печатать на таких принтерах с беспроводным соединением можно с современных мобильных устройств — ноутбуков, смартфонов и планшетов, не тратя времени на перенос документов или фотографий через промежуточное звено — компьютер. Для этой же цели в некоторых моделях принтеров существует возможность печати с USB-накопителя и карт флеш-памяти.

По технологии печати принтеры можно разделить:

- на матричные (игольчатые);
- струйные;

- лазерные.

Свое название **матричные принтеры** получили от используемого ими способа формирования изображения печатаемых символов. При печати изображение формируется из отдельных.



точек на основе специальной матрицы изображения символа.

Матричные принтеры бывают точечно-матричными и линейно-матричными. На деле они различаются скоростью печати, уровнем шума и максимальным временем непрерывной работы. Техническое различие между ними состоит, прежде всего, в строении и способе перемещения печатающей головки.

Основные узлы (блоки) точечно-матричного принтера:

• блок управления принтером: микропроцессор принтера (управляет движением головки принтера и бумагой, управляет иголками принтера, обеспечивает связь с ЦП), ОП (буфер приема данных в принтер) и ПЗУ (содержит программы управления работой отдельных узлов принтера и таблицы шрифтов);

• печатающая головка принтера содержит вертикальный ряд тонких металлических стержней (иголок), 9 шт. — называется 9-точечным. Каждая иголка управляется собственным электромагнитом. Когда на электромагнит подается импульс тока, управляемая им иголка выталкивается и ударяет по красящей ленте. Управляющий сигнал может одновременно подаваться на любую комбинацию электромагнитов. При печати импульсы тока нагревают головку, чтобы не допустить перегрева головки используется металлический теплоотводный радиатор. Головка перемещается специальным прецизионным механическим приводом.

Принцип печати. Головка принтера движется вдоль печатаемой строки, а стержни в нужный момент ударяют по бумаге через красящую ленту. Получаются точки. После удара головка смещается в сторону для печати следующей колонки точек. Возникающее при этом множество точек создает рису-



нок символа, таким образом, на бумаге формируется изображение.

Наибольшей популярностью сегодня пользуются 9- и 24-игольчатые точечно-матричные принтеры. Именно они показывают оптимальное соотношение качества и скорости. Хотя известны также модели с 12, 14, 18, 36 и даже 48 иглами.

Чем больше игл в печатающей головке, тем выше скорость и разрешение печати. Увеличение числа игл в печатающей головке ведет к увеличению скорости и улучшению качества печати. Разница становится особенно заметна при увеличении числа игл более чем в 2 раза. Например, 18-игольчатый принтер печатает быстрее 9-игольчатого, но разница в качестве несущественна. Однако разница между отпечатками, сделанными на 9- и 24-игольчатых принтерах, заметна невооруженным взглядом.

Скорость точечно-матричной печати измеряется в CPS (англ. characters per second – символах в секунду).

Достоинства точечно-матричных принтеров: прочность и надежность, неприхотливость и долговечность, возможность печатать на многослойных бланках (увеличение производительности, распечатка одновременно до шести копий на листах, проложенных через копировальную бумагу), дешевые расходные материалы (лента и бумага).

**Линейно-матричные принтеры** отличаются не только производительностью, но и особой экономичностью и удобством пользования. Они позволяют эффективнее использовать рабочее время, лучше контролировать качество печати, сократить затраты на расходные материалы и запчасти, реже обращаться в сервис-центр за ремонтом.



Их используют на больших предприятиях, где важна устойчивость к высоким нагрузкам и нередко требуется печать в режиме 24/7.

Вместо обычной подвижной печатающей головки в линейно-матричных принтерах используют так называемый шаттл — сборку из блоков с печатающими молоточками, способную охватить всю ширину страницы. В процессе печати блоки с молоточками быстро перемещаются из стороны в сторону.

Принцип печати. Если у точечно-матричного принтера печатающая головка перемещается вдоль всего листа, блоки шаттла сдвигаются на крошечное расстояние, равное зазору между молоточками. В результате они формируют всю линию точек целиком. Затем бумага подается вперед и начинается печать следующей линии.

Вот почему скорость печати у линейно-матричных принтеров измеряется не в знаках, а в строках в секунду (LPS – Lines per second).

Достоинства линейно-матричных принтеров. Шаттл линейно-матричного принтера изнашивается в разы медленнее, чем печатающая головка точечно-матричного. Движется не сам шаттл, а лишь его часть, причем амплитуда движения сравнительно мала. Красящая лента картриджа тоже расходуется экономичнее: она находится под углом к печатающим молоточкам и перематывается между двумя бобинами, так что ее поверхность изнашивается равномерно.

Кроме того, линейно-матричные принтеры обычно обладают расширенными возможностями администрирования. Многие из них можно подключать к офисной сети и объединять в группы для удаленного централизованного управления через специальное ПО.

Созданные с расчетом на крупное предприятие линейно-матричные принтеры обладают неплохим потенциалом для апгрейда.

*Качество печати*. Любая технология печати ставит нас перед выбором между скоростью и качеством. И матричная печать не исключение.

**Качество матричной печати** зависит от соотношения скорости и разрешения. Разделяют три уровня качества:

LQ (Letter Quality) – высокое качество матричной печати, которое обеспечивают 24-игольчатые принтеры;

**NLQ (Near Letter Quality)** – среднее качество. На 9-игольчатых принтерах достигается за два прохода;

**Draft** – максимально быстрая черновая печать.

Качество матричной печати зависит от числа иголок в печатающей головке: больше иголок — больше точек. Поэтому только 24-игольчатые принтеры могут обеспечить высокое качество LQ (качество пишущей машинки). Скорость печати в режиме LQ значительно ниже, чем в стандартном и черновом. Поэтому 9-игольчатые и линейно-матричные принтеры оказываются на порядок быстрее.

Качество печати сильно зависит от **разрешения принтера**, т.е. количества точек, которое печатается на одном дюйме, — **dpi**. Данная характеристика играет роль в основном при работе принтера в графическом режиме.



Принцип работы **струйных принтеров** напоминает игольчатые принтеры. Вместо иголок здесь применяются тонкие **сопла**, которые находятся в головке принтера. В этой головке установлен резервуар с жидкими чернилами, которые через сопла как микрочастицы переносятся на материал носителя. Число сопел находится в диапазоне от 16 до 64, а иногда и до нескольких сотен. Для хранения чернил используются два метода:

- головка принтера объединена с резервуаром для чернил; замена резервуара с чернилами одновременно связана с заменой головки;
- 2) используется отдельный резервуар, который через систему капилляров обеспечивает чернилами головки принтера.

В основе принципа действия струйных принтеров лежат: – пьезоэлектрический метод;

- метод газовых пузырей.

Для реализации **пьезоэлектрического метода** в каждое сопло установлен плоский пьезокристалл, связанный с диафрагмой. Под воздействием электрического тока происходит деформация пьезоэлемента. При печати находящийся в трубке пьезоэлемент, сжимая и разжимая трубку, наполняет капиллярную систему чернилами. Чернила, которые отжимаются назад, перетекают обратно в резервуар, а чернила, которые выдавились наружу, образуют на бумаге точки. Струйные принтеры с использованием данной технологии выпускают фирмы Epson, Brother и др. Принципы действия струйных принтеров представлены на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Принципы действия струйных принтеров

Метод газовых пузырей базируется на термической технологии. Каждое сопло оборудовано нагревательным элементом, который при пропускании через него тока за несколько микросекунд нагревается до температуры около 500 °C. Возникающие при резком нагревании газовые пузыри стараются вытолкнуть через выходное отверстие сопла порцию (каплю) жидких чернил, которые переносятся на бумагу. При отключении тока нагревательный элемент остывает, паровой пузырь уменьшается, и через входное отверстие поступает новая порция чернил. Данная технология используется в изделиях фирм Hewlett-Packard и Canon.

Цветные струйные принтеры имеют более высокое качество печати по сравнению с игольчатыми цветными принтерами и невысокую стоимость по сравнению с лазерными. Цветное изображение получается за счет использования (наложения друг на друга) четырех основных цветов. Уровень шума струйных принтеров значительно ниже, чем у игольчатых, поскольку его источником является только двигатель, управляющий перемещением печатающей головки. При черновой печати скорость струйного принтера значительно выше, чем у игольчатого. При печати с качеством LO скорость составляет 3-4 (до 10) страницы в минуту. Качество печати зависит от количества сопел в печатающей головке – чем их больше, тем выше качество. Большое значение имеют качество и толщина бумаги. Выпускается специальная бумага для струйных принтеров, но можно печатать на обычной бумаге плотностью от 60 до 135 г/м<sup>2</sup>. В некоторых моделях для быстрого высыхания чернил применяется подогрев бумаги. Разрешение струйных принтеров при печати графики составляет от 300×300 до 720×720 dpi.

**Основные недостатки** струйного принтера: возможность засыхания чернил внутри сопла, что приводит к необходимости замены печатающей головки; полученные с помощью струйных принтеров изображения часто недолговечны и боятся воздействия влаги и солнечного света (хотя это можно исправить использованием специальных чернил); довольно высокая в сравнении с другими принтерами стоимость отпечатка.

Однако именно струйные принтеры в основном используются для специальной печати — широкоформатной, на ткани, пленках, пластике, есть принтеры для печати на поверхности компакт-дисков. Сувенирные струйные принтеры способны печатать на поверхности объемных изделий из разных материалов, перемещая печатающую головку над ними. Есть даже принтеры, наносящие узор на поверхность ногтей и использующиеся в маникюрных салонах. **Лазерные принтеры** обеспечивают более высокое качество печати по сравнению со струйными и матричными принтерами. Однако стоимость печати выше, особенно при использовании цветных лазерных принтеров.



Таким образом, для получения высококачественной черно-белой печати целесообразно использовать лазерный принтер, а для получения цветного изображения — цветной струйный принтер. В лазерных принтерах применяется механизм печати, применяемый в ксероксах.

Основным элементом является вращающийся барабан для переноса изображения на бумагу, представляющий собой металлический цилиндр, покрытый тонкой пленкой фотопроводящего полупроводника. По поверхности барабана равномерно распределяется статический заряд. Для этого служит тонкая проволока или сетка – коронирующий провод. Высокое напряжение, подаваемое на этот провод, вызывает возникновение вокруг него светящейся ионизированной области – короны. Лазер, управляемый микроконтроллером, генерирует тонкий световой луч, отражающийся от вращающегося зеркала. Луч, падая на барабан, изменяет его электрический заряд в точке падения. Таким образом, на барабане возникает скрытая копия изображения. Далее на барабан наносится тонер — мельчайшая красящая пыль. Под действием статического заряда эти мелкие частицы притягиваются к поверхности барабана в точках, подвергшихся экспозиции, и формируют изображение. Бумага втягивается с подающего лотка и с помощью системы валиков перемешается к барабану. Перед барабаном бумаге сообшается статический заряд. Бумага соприкасается с барабаном и притягивает благодаря своему заряду частички тонера от барабана. Для фиксации тонера бумага вновь заряжается и пропускается между двумя роликами с температурой 180 °C. Затем барабан разряжается, очищается от прилипших частиц и готов для нового процесса печати. Фирма OKI выпускает лазерный принтер, в котором вместо лазера используется неподвижная диодная строка, описывающая не каждую точку, а целую строку. На рис. 2.5 представлен принцип действия лазерного принтера.



Рис. 2.5. Принцип действия лазерного принтера

В цветном лазерном принтере изображение формируется на светочувствительной фотоприемной ленте последовательно для каждого из четырех основных цветов. Лист печатается за четыре прохода: имеются четыре емкости для тонеров и от двух до четырех узлов проявления. Схема управления включает процессор, память большого объема и иногда, особенно при функционировании в сети, винчестер. Стоимость цветного лазерного принтера значительно выше, чем черно-белого, а скорость печати – ниже.

Лазерные принтеры со средними возможностями печатают 4—8 страниц в минуту. Высокопроизводительные сетевые лазерные принтеры могут печатать до 20 и более страниц в минуту. При печати сложных графических изображений время печати больше.

Разрешение по вертикали (соответствует шагу барабана) составляет от 1/300 до 1/600 дюйма. Разрешение по горизонтали определяется точностью наведения лазерного луча и количеством точек в строке и составляет, как правило, от 1/300 до 1/1200 дюйма.

Лазерный принтер обрабатывает целые странницы, что связано с большим количеством вычислений. Минимальный объем памяти лазерного принтера не менее 1 Мбайт. Наиболее часто используется память от 2 до 4 Мбайт. Цветные принтеры требуют для работы еще большую память. Память лазерного принтера может быть увеличена путем установки специальных карт с DRAM или SIMM-модулями. Большинство лазерных принтеров могут печатать на бумаге формата A4, реже – А3. Некоторые принтеры могут печатать на обеих сторонах листа, но они стоят существенно дороже.

Благодаря своим очевидным преимуществам лазерные принтеры сейчас получили наибольшее распространение — это высокая скорость печати и качество картинки, низкая стоимость отпечатка, устойчивость отпечатанного на лазерном принтере тонера к внешним воздействиям. Из недостатков можно назвать сложность самостоятельной заправки и ремонта лазерных принтеров, высокое энергопотребление лазерного принтера в момент включения (при прогреве печки), чувствительность к качеству используемой бумаги.

### Лекция 4. Устройства ввода графической информации

#### Плоттеры (графопостроители) — их основная характеристика и принципы работы

**Плоттер (графопостроитель)** — это устройство автоматического построения диаграмм или других изображений на бумаге, пластике, фоточувствительном материале или ином носителе путем черчения, гравирования, фоторегистрации или иным способом.

Различают:

- планшетные графопостроители для формата А3–А2, с фиксацией листа электростатическим способом и пишущим узлом, перемещающимся в двух координатах (на плоскости);
- барабанные графопостроители с носителем, закрепляемым на вращающемся барабане;
- рулонные или роликовые графопостроители с чертежной головкой, перемещающейся в одном направлении при одновременном перемещении носителя в перпендикулярном ему направлении. Ширина бумаги формата A1 или A0. Такие плоттеры используют рулоны бумаги длиной до нескольких десятков метров.

Плоттеры изготавливаются **в напольном** и **настольном** исполнении. По принципу построения изображения подразделяются:

- на векторные графопостроители (создают изображение с помощью шариковых, перьевых рапидографов, фломастера, карандаша. В настоящее время практически сняты с производства);
- растровые графопостроители (наследуя конструктивные особенности принтеров, создают изображение путем построчного воспроизведения).

По способу печати растровые графопостроители подразделяются:

- на электростатические графопостроители с электростатическим принципом воспроизведения;
- *струйные* графопостроители, основанные на принципе струйной печати (выдавливании красящего вещества через сопла форсунок);
- *лазерные* графопостроители, воспроизводящие изображение с использованием луча лазера;
- *светодиодные* графопостроители, отличающиеся от лазерных способом перенесения изображения с барабана на бумагу;
- термические графопостроители;
- *микрофильм-плоттеры, фотоплоттеры* с фиксацией изображения на светочувствительном материале.

Основные конструктивные и эксплуатационные характеристики графопостроителей: формат воспроизводимого изображения-оригинала, размер рабочего поля, точность, разрешение растровых графопостроителей (обычно в переделах 300×2500 dpi), скорость прорисовки или изготовления единицы продукции заданного формата, наличие или отсутствие собственной памяти (буфера), программное обеспечение (драйверы, программы растеризации), наличие сетевой платы. Некоторые модели графопостроителей комплектуются или могут оснащаться насадками, дополняющими их функциями сканера.

Большинство струйных аппаратов обеспечивают печать графических файлов формата TIFF, BMP, PCX.

#### Сканеры – их классификация и основные характеристики

Сканер — это устройство ввода в персональный компьютер цветного и черно-белого изображения с бумаги, пленки и т.п.

**Принцип действия сканера** заключается в преобразовании оптического сигнала, получаемого при сканировании изображения световым лучом, в электрический, а затем в цифровой код, который передается в компьютер.

Сканеры разделяют на:

• черно-белые сканеры могут в простейшем случае различать только два значения — черное и белое, что вполне достаточно для чтения штрихового кода (более сложные сканеры различают градации серого цвета);

• цветные сканеры работают на принципе сложения цветов, при котором цветное изображение получается путем смешения трех цветов: красного, зеленого и синего. Технически это реализуется двумя способами:

- при сканировании цветной оригинал освещается не белым светом, а последовательно красным, зеленым и синим. Сканирование осуществляется для каждого цвета отдельно, полученная информация предварительно обрабатывается и передается в компьютер;
- 2) в процессе сканирования цветной оригинал освещается белым цветом, а отраженный свет попадает на ССD-матрицу через систему специальных фильтров, разлагающих его на три компонента: красный, зеленый, синий, каждый из которых улавливается своим набором фотоэлементов.

А также сканеры делятся на:

• ручные сканеры — это относительно недорогие устройства небольшого размера, удобны для оперативного сканирования изображений из книг и журналов. Ширина полосы сканирования обычно не превышает 105 мм, стандартное разрешение 300400 dpi. К недостаткам ручного сканера можно отнести зави-



симость качества сканирования от навыков пользователя и невозможность одновременного сканирования относительно больших изображений;



• в барабанном сканере сканируемый оригинал располагается на вращающемся барабане. В настоящее время используются только в типографском производстве;

• в листовых сканерах носитель с изображением протягивается вдоль линейки, на которой расположены CCD-элементы. Ширина изображения, как правило, составляет формат A4, а длина ограничена возможностями используемого компьютера (чем больше изображение, тем больше размер файла, где хранится его цифровая копия);



• планшетные сканеры осуществляют сканирование в автоматическом режиме. Оригинал располагается в сканере на стеклянном листе, под которым головка чтения с CCD-элементами сканирует изобра-



жение построчно с равномерной скоростью. Размеры сканируемых изображений зависят от размера сканера и могут достигать размеров большого чертежного листа (А0). Специальная слайд-приставка позволяет сканировать слайды и негативные пленки. Аппаратное разрешение планшетных сканеров достигает 1200 dpi.

Сканеры подключаются к персональному компьютеру через **специальный контроллер** (для планшетных сканеров это чаще всего SCSI контроллер). Сканер всегда должен иметь соответствующий драйвер, так как только ограниченное число программных приложений имеет встроенные драйверы для общения с определенным классом сканеров.

Дигитайзер предназначен для профессиональных графических работ. С помощью специального программного обеспечения он позволяет преобразовывать движение руки оператора в формат векторной графики. Первоначально дигитайзер был разработан для приложений систем автоматизированного



проектирования, так как в этом случае необходимо определять и задавать точное значение координат большого количества точек. В отличие от мыши дигитайзер способен точно определять и обрабатывать абсолютные координаты.

Дигитайзер состоит из специального планшета, являющегося рабочей поверхностью и, кроме этого, выполняющего разнообразные функции управления соответствующим программным обеспечением, и светового пера или, чаще, кругового курсора, являющихся устройствами ввода информации.

Одной из разновидностей дигитайзера является **графический** или **рисовальный планшет**. Он представляет собой панель, под которой расположена электромагнитная решетка. Если провести по его поверхности специальным пером, то на экране монитора появится штрих. В планшете реализован принцип абсолютного позиционирования: изображение, нарисованное в левом нижнем угла планшета, появится в левом нижнем углу экрана монитора. Обычно рисовальные планшеты имеют размеры коврика для мыши, но рабочая поверхность несколько меньше.

Имеются планшеты, обладающие чувствительностью к нажиму, с помощью которых, регулируя нажим, можно получать на экране линии различной толщины.

Специальная пластмассовая пленка, прилагаемая к планшету, позволяет копировать подложенные под нее изображения на бумажных оригиналах. Планшеты подключаются к последовательному порту персонального компьютера.

Графический планшет может иметь различные форматы: от А2 – для профессиональной деятельности и меньше – для более простых работ.

Компания Immersion разработала уникальную механическую технологию оцифровки, которая компактна, доступна и легка в использовании. Каждое соединение использует цифровые оптические датчики, работа которых не зависит от любого относящегося к окружению влияния. Результат — универсальная система, которая может работать практически в любой среде и сканировать объекты из любого материала.

Но кроме этого, есть и другие технологии трехмерного сканирования: ультразвуковое, магнитное, лазерное.

Из всех трехмерных технологий сканирования **ультразвуковые** системы наименее точны, наименее надежны и наиболее восприимчивы к геометрическим искажениям. Вследствие того, что скорость звука зависит от воздушного давления, температуры и других атмосферных условий, эффективность ультразвуковых систем может изменяться вместе с погодой. Кроме того, они восприимчивы к работе различного оборудования, даже к шуму ламп дневного света.

Магнитные трехмерные цифровые преобразователи работают на том же принципе, что и ультразвуковые системы, т.е. используют магнитное поле. Они невосприимчивы к атмосферным изменениям и очень чувствительны к искажениям от близлежащего металла или магнитных полей. Металлические стулья, платы, компьютеры или другое оборудование, размещенное близко от магнитного цифрового преобразователя, исказят данные. Кроме того, такие системы нельзя использовать для оцифровки объектов с металлическими частями.

Лазерные сканеры в 10–100 раз дороже, чем системы механической оцифровки, такие как MicroScribe-3D. Системы, использующие лазеры, имеют много ограничений. Объекты с отражающими или яркими поверхностями, большие объекты и объекты с вогнутыми поверхностями, которые затеняют прямой путь лазерного луча, – главная проблема для лазерных систем.

#### Манипулятор «мышь», джойстик, трекбол, тачпад и трекпойнт. Их основные характеристики и принципы работы

Наряду с клавиатурой мышь является важнейшим средством ввода информации. В современных программных продуктах, имеющих сложную графическую оболочку, мышь является основным инструментом управления программой.



По принципу действия мыши делятся на:

- механические;
- оптико-механические;
- оптические.

Подавляющее число компьютерных мышек используют оптико-механический принцип кодирования перемещения. С поверхностью стола соприкасается тяжелый, покрытый резиной шарик сравнительно большого диаметра. Ролики, прижатые к поверхности шарика, установлены на перпендикулярных друг другу осях с двумя датчиками. Датчики, представляющие собой оптопары (светодиод-фотодиод), располагаются по разные стороны дисков с прорезями. Порядок, в котором освещаются фоточувствительные элементы, определяет направление перемещения мыши, а частота приходящих от них импульсов – скорость. Хороший механический контакт с поверхностью обеспечивает специальный коврик. На рис. 2.6 и 2.7 представлены принципы действия механической и оптической мыши.



Рис. 2.6. Принцип действия механической мыши

Более точного позиционирования курсора позволяет добиться оптическая мышь. Для нее используется специальный коврик, на поверхности которого нанесена мельчайшая сетка из перпендикулярных друг другу темных и светлых полос. Расположенные в нижней части мыши две оптопары освещают коврик и по числу пересеченных при движении линий определяют величину и скорость перемещения. Оптические мыши не имеют движущихся частей и лишены такого присущего оптико-механическим мышам недостатка, как перемещение курсора мыши рывками из-за загрязнения шарика. Разрешающая способность применяемого в мыши устройства считывания координат составляет 400 dpi (Dot per Inch – точек на дюйм) и выше, превосходя аналогичные значения для механических устройств.



Рис. 2.7. Принцип действия оптической мыши

-53-

Для оптимального функционирования мышь должна передвигаться по ровной поверхности. Лучше всего подходят специальные коврики. Указатель мыши передвигается по экрану синхронно с движением мыши по коврику. Устройством ввода мыши являются кнопки (клавиши). Большинство мышей имеют две кнопки, существуют также трехкнопочные мыши и имеющие большее количество кнопок.

Одной из важных характеристик мыши является ее разрешение, которое измеряется в dpi. Разрешение определяет минимальное перемещение, которое способен почувствовать контроллер мыши. Чем больше разрешение, тем точнее позиционируется мышь, тем с более мелкими объектами можно работать. Нормальное разрешение мыши лежит в диапазоне от 300 до 900 dpi. В усовершенствованных мышах используют переменный баллистический эффект скорости, заключающийся в том, что при небольших перемещениях скорость смещения курсора – небольшая, а при значительных перемещениях – существенно увеличивается. Это позволяет эффективнее работать в графических пакетах, где приходится обрабатывать мелкие детали.

По принципу передачи информации мыши делятся на:

- *последовательные* (Serial Mouse), подключаемые к последовательному порту COM;
- *параллельные* (Bus Mouse), использующие системную шину. Bus Mouse подключается к специальной карте расширения, входящей в комплект поставки мыши.

Параллельные мыши предпочтительнее в тех системах, где к компьютеру требуется подключить много периферийных устройств, особенно занимающих последовательные порты, и где компьютер подвержен конфликтам прерываний периферийных устройств (Bus Mouse не использует прерывания).

Существует несколько стандартов последовательных мышей. Самым распространенным является стандарт MS-Mouse. Альтернативными стандартами являются PC-Mouse, используемый для трехкнопочных мышей фирмы Genius, и редко используемый PS/2. MS-Mouse и совместимые с ней PC-Mouse для работы требуют установки соответствующих драйверов. Большинство программного обеспечения для персональных компьютеров ориентировано на MS-Mouse. Стандарт PS/2 не требует подключения драйверов. К основным тенденциям развития современных мышей можно отнести постепенный переход на шину USB, а также поиски в области эргономических усовершенствований. К ним можно отнести беспроводные (Cordless) мыши, работающие в радио- или инфракрасном диапазоне волн, а также мыши с дополнительными кнопками. Наиболее удачными решениями являются наличие между двумя стандартными кнопками колесика (мышь Microsoft IntelliMouse) или качающейся средней кнопки (мыши Genius NetMouse NetMouse Pro), которые используются для быстрой прокрутки документа.

К наиболее известным производителям мышей относятся компании Genius, Logitech, Microsoft, Mitsumi и др.

**Джойстик** является координатным устройством ввода информации и наиболее часто применяется в области компьютерных игр и компьютерных тренажеров.



Джойстики бывают:

*– аналоговые* (обычно используются в компьютерных тренажерах);

- цифровые (в игровых компьютерах).

Аналоговые джойстики обеспечивают более точное управление, что очень важно для программных приложений, в которых объекты должны точно позиционироваться. Для удобства работы конструкция джойстика должна быть достаточно прочной и устойчивой. Джойстик подключают к внешнему разъему карты расширения, имеющей соответствующий порт.

Для того чтобы подключить джойстик к компьютеру, нужен игровой порт. **Игровой порт (или адаптер)** может быть расположен на плате асинхронного последовательного адаптера, плате мультипорта или отдельной плате. Иногда игровой порт может быть расположен и на системной плате компьютера.

Джойстик подключается к компьютеру через игровой порт. К одному игровому порту может быть подключено два джойстика. Процедура подключения джойстика весьма проста. Все, что нужно, – это вставить разъем на конце шнура джойстика в разъем игрового порта. Этот разъем внешне напоминает разъем последовательного порта, но имеет 15 выводов. Работа с джойстиком не требует подключения дополнительного драйвера. Достаточно настроить вашу игровую программу на его использование. Заметим, что далеко не все игры могут работать с джойстиком. Обычно это эмуляторы полета на самолетах, вертолетах и космических кораблях.

**Трекбол (Trackball)** — это устройство ввода информации, которое можно представить в виде перевернутой мыши с шариком большого размера. Принцип действия и способ передачи данных трекбола такой же, как и мыши. Наиболее часто используется оптико-механический принцип ре-



гистрации положения шарика. Подключение трекбола, как правило, осуществляется через последовательный порт.

Основные отличия от мыши:

- стабильность положения за счет неподвижного корпуса;

 не нужна площадка для движения, так как позиция курсора рассчитывается по вращению шарика.

Первое устройство подобного типа было разработано компанией Logitech. Миниатюрные трекболы получили сначала широкое распространение в портативных ПК. Встроенные трекболы могут располагаться в самых различных местах корпуса ноутбука, внешние крепятся специальным зажимом, а к интерфейсу подключаются кабелем. Большого распространения в ноутбуках трекболы не получили из-за своего недостатка постепенного загрязнения поверхности шара и направляющих роликов, которые бывает трудно очистить и, следовательно, вернуть трекболу былую точность. Впоследствии их заменили тачпады и трекпойнты.

**Трекпойнт (TrackPoint)** — координатное устройство, впервые появившееся в ноутбуках IBM, представляет собой миниатюрный джойстик с шершавой вершиной диаметром 5...8 мм. Трекпойнт расположен на клавиатуре между клавишами и управляется нажатием пальца.

**Тачпад (TouchPad)** представляет собой чувствительную контактную площадку, движение пальца по которой вызывает перемещение курсора. В подавляющем большинстве современных ноутбуков применяется именно это указательное устройство, имеющее не самое высокое разрешение, но обладающее самой высокой надежностью из-за отсутствия движущихся частей. TouchPad поддерживает следующие протоколы: PS/2; RS-232; ADB-протокол, используемый компьютерами семейства Apple Macintosh.

В каждом из этих случаев TouchPad поддерживает индустриальный стандарт mouse плюс собственные, специфические, расширенные протоколы. Поддержка mouse означает, что, подключив к компьютеру TouchPad, вы сразу можете использовать ее как обычную «мышку» без инсталляции ее собственного драйвера. После этого вы инсталлируете драйвер и получаете целый набор дополнительных возможностей.

Дальнейшим развитием TouchPad является TouchWriter — панель TouchPad с повышенной чувствительностью, одинаково хорошо работающая как с пальцем, так и со специальной ручкой и даже с ногтем. Эта панель позволяет вводить данные привычным для человека образом — записывая их ручкой. Кроме того, ее можно использовать для создания графических изображений или для подписывания документов. Для желающих писать китайскими иероглифами можно порекомендовать установить на компьютер пакет QuickStroke, который позволит вводить иероглифы, непосредственно рисуя их на панели. Причем программа по мере ввода предлагает готовые варианты иероглифов.

#### Средства диалога для систем виртуальной реальности

В системах виртуальной реальности, в отличие от обычных приложений компьютерной графики, как правило, требуется вывод и ввод трехмерной координатной информации как для управления положениями синтезируемых объектов, так и для определения координат частей тела оператора и направления его взгляда.

Спейсбол. Одним из первых появилось устройство спейсбол (space ball), представляющее собой конструктивное объединение мыши и небольшого трекбола. Мышь перемещается оператором по столу и обеспечивает ввод двух координат. Ввод третьей координаты обеспечивается вращением шарика трекбола большим пальцем руки.



Для манипулирования объектами в трехмерном пространстве часто используется техника виртуальной сферы. Управляемый объект окружается (воображаемой) сферой. Для перемещения сферы используется мышь, а вращение сферы и заключенного в нее объекта обеспечивается вращением шарика трекбола.

Head Mounted Display. В системах виртуальной реальности используются устройства вывода в виде монтируемых на голове дисплеев (Head Mounted Display – HMD) с бинокулярным всенаправленным монитором (Binocular Omni-Orientation Monitor – BOOM) со средствами отслеживания по-



ложения головы (head tracking) и даже отслеживанием положения глаза (eye tracking). Это требуется для создания эффекта «погружения» со стереоскопическим изображением и оперативным изменением сцены при поворотах головы и/или глаз.

Используемые в HMD жидкокристаллические дисплеи обычно невысокого разрешения (до 417×277 пикселов). Сравните это с разрешением 1280×1024 и 1600×1200 для настольных систем или с разрешением монитора для телевидения высокой четкости (ТВВЧ) – 1920×1035 и 1920×1135. Поэтому ведутся интенсивные исследования по созданию средств отображения для систем виртуальной реальности, обладающих высоким разрешением при приемлемых значениях электромагнитных наводок. Одна из таких систем, использующих миниатюрные монохромные прецизионные электронные трубки и жидкокристаллические затворы, обеспечивает разрешение до 2000×2000. Интересное решение заключается в формировании изображения лазером непосредственно на сетчатке, но эти предложения пока далеки от коммерческой реализации.

Более точный ввод координатной информации обеспечивают системы с использованием механического рычажного экзоскелета руки (Exos Dexterous Handmaster) и датчиками углов сгибания пальцев на основе эффекта Холла. Системы с экзоскелетом позволяют обеспечить и силовую обратную связь.

Проблема в обеспечении тактильной и силовой обратной связи состоит в том, что пользователь реагирует на воздействия и вносит

изменения быстрее, чем система сможет среагировать. Для хорошего ощущения объекта система тактильной обратной связи должна обеспечивать скорость порядка 100...300 Гц, что почти на порядок выше обычной скорости перезаписи визуальной информации.

# Контрольные вопросы

- 1. Что включает в себя видеоподсистема персонального компьютера?
- 2. Что представляют собой векторные дисплеи? Каков принцип их работы?
- 3. Что представляют собой растровые устройства? Каков принцип их работы?
- 4. Какие виды мониторов выделяют по типу экрана?
- 5. Каково назначение жидкокристаллического дисплея? Его достоинства и недостатки.
- 6. Каково назначение газоплазменного дисплея? Его достоинства и недостатки.
- 7. Какие устройства называются цифровыми?
- 8. Что руководит работой монитора? Каков принцип работы устройства, обеспечивающего управление работой монитора?
- 9. Какие устройства обеспечивают вывод информации?
- 10. Какие основные виды принтеров вы знаете? Их основные достоинства и недостатки.
- 11. Что представляет собой плоттер? Какие виды плоттеров вы знаете? Их достоинства и недостатки.
- 12. Для чего предназначены сканеры? Каков принцип их действия?
- 13. Каково назначение дигитайзера? Что он представляет собой?
- 14. Каковы функции манипулятора «мышь» и джойстика при работе с графическими изображениями?
- 15. Какие разновидности джойстика применяют при работе с графикой? Их достоинства и недостатки.
- 16. Какие устройства применяются для осуществления диалога с системами виртуальной реальности?

## Тест

**1.** Основные устройства, входящие в состав графического адаптера, – это

а) дисплейный процессор и видеопамять;

б) дисплей, дисплейный процессор и видеопамять;

в) дисплейный процессор, оперативная память, магистраль;

г) магистраль, дисплейный процессор и видеопамять.

2. Точечный элемент экрана дисплея называется:

а) матричной ячейкой;

б) видеопикселом;

в) зерном люминофора;

г) растром.

**3.** Сетку из горизонтальных и вертикальных столбцов, которую на экране образуют пикселы, называют:

а) видеопамятью;

б) растром;

в) разрешением изображения;

г) вектором изображения.

4. Пиксел на экране цветного дисплея представляет собой:

а) зерно люминофора;

б) совокупность трех зерен люминофора;

в) совокупность 16 зерен люминофора;

г) электронный луч.

**5.** Укажите устройство, которое не имеет признака, по которому подобраны все остальные устройства из приведенного ниже списка: а) дисплей:

б) принтер;

в) плоттер;

г) сканер.

**6.** Сетка из горизонтальных и вертикальных столбцов, которую на экране образуют пиксели, называется:

а) видеопамятью;

б) видеоадаптером;

в) растром;

- г) дисплейным процессором.
  - 7. Пиксел на экране дисплея представляет собой:
- а) минимальный участок изображения, которому независимым об
  - разом можно задать цвет;
- б) двоичный код графической информации;
- в) электронный луч;
- г) совокупность 16 зерен люминофора.

#### 8. Видеоконтроллер – это

- а) дисплейный процессор;
- б) программа, распределяющая ресурсы видеопамяти;
- в) электронное энергозависимое устройство для хранения информации о графическом изображении;
- г) устройство, управляющее работой графического дисплея.

#### 9. Видеоадаптер – это

- а) устройство, управляющее работой монитора;
- б) программа, распределяющая ресурсы видеопамяти;
- в) энергозависимое устройство для хранения информации о графическом изображении;
- г) драйвер для управления работой монитора.

#### 10. Видеопамять – это

- а) вычислительное устройство, управляющее работой монитора;
- б) программа, распределяющая ресурсы ПК при обработке изображения;
- в) энергозависимое устройство для хранения информации о графическом изображении;
- г) драйвер для управления работой монитора.

#### 11. Видеопамять – это

- а) электронное устройство для хранения двоичного кода изображения, выводимого на экран;
- б) программа, распределяющая ресурсы ПК при обработке изображения;
- в) устройство, управляющее работой графического дисплея;
- г) часть оперативного запоминающего устройства.

**12.** Принтер – это устройство ... графической информации (вставить вместо многоточия).

- а) ввода;
- б) просмотра;
- в) вывода;
- г) преобразования.

**13.** К устройствам вывода графической информации относится: а) дисплей;

- б)мышь;
- в) клавиатура;
- г) сканер.

**14.** С помощью каких параметров задается графический режим экрана монитора?

- а) пространственного разрешения;
- б) глубины цвета;

в) пространственного разрешения и глубины цвета.

15. Видеоподсистема персонального компьютера состоит:

- а) из монитора;
- б) видеоадаптера;
- в) процессора;
- г) памяти.

**16.** Для отображения на экране текстовой и графической информации, визуально воспринимаемой пользователем персонального компьютера, предназначен:

а) видеоадаптер;

- б) монитор;
- в) процессор;
- г) память.

17. По режиму отображения мониторы делятся:

- а) на пиксельные дисплеи;
- б) растровые дисплеи;
- в) векторные дисплеи;
- г) визуальные дисплеи.

18. По типу экрана мониторы делятся на устройства:

а) на основе электронно-лучевой трубки;

б) на основе работы устройства вывода;

в) жидкокристаллические;

г) плазменные.

19. По цветности мониторы делятся:

а) на радужные;

б)цветные;

в) черно-белые;

г) монохромные.

20. Все современные аналоговые мониторы условно можно разделить на следующие типы:

а) с переменной частотой развертки;

б) с фиксированной частотой развертки;

в) с несколькими фиксированными частотами;

г) многочастотные (мультичастотные).

**21.** Мониторы, которые обладают способностью настраиваться на произвольные значения частот синхронизации из некоторого заданного диапазона, называются:

а) с переменной частотой развертки;

б) с фиксированной частотой развертки;

в) с несколькими фиксированными частотами;

г) многочастотными (мультичастотными).

**22.** Монитор как устройство отображения зрительной информации на основе электронно-лучевой трубки, управляемой цифровыми схемами, называется:

а) цифровым;

б)аналоговым;

в) схематичным;

г) управляемым.

23. Видеоадаптер выполняет функции:

а) видеоконтроллера;

б) видеопроцессора;

в) видеопамяти;

г) видеоизображения.

24. Сформированное графическое изображение хранится:

- а) в видеоконтроллере;
- б) видеопроцессоре;
- в) видеопамяти;
- г) видеоизображении.

25. Видеопамять имеет следующие характеристики:

- а) режим работы;
- б) воспроизведение цветов;
- в) разрешающая способность;
- г) воспроизведение звуков.

26. Режим работы видеопамяти может быть:

- а) текстовым;
- б) графическим;
- в) монохромным;
- г) цветным.

27. Воспроизведение цветов видеопамяти может быть:

- а) текстовым;
- б) графическим;
- в) монохромным;
- г) цветным.

**28.** Наиболее популярными устройствами вывода информации для персональных компьютеров являются:

- а) сканеры;
- б) принтеры;
- в) джойстики;
- г) триггеры.

29. По технологии печати принтеры можно разделить:

- а) на игольчатые (матричные);
- б) универсальные;
- в) струйные;
- г) лазерные.

**30.** Устройство автоматического построения диаграмм или других изображений на бумаге, пластике, фоточувствительном материале или ином носителе путем черчения, гравирования, фоторегистрации или иным способом называется:

а) сканером;

б) принтером;

- в) джойстиком;
- г) плоттером.

31. Устройство ввода в персональный компьютер цветного и черно-белого изображения с бумаги, пленки и т.п. называется:

а) сканером;

б) принтером;

в) джойстиком;

г) плоттером.

**32.** Недорогое устройство небольшого размера, удобное для оперативного сканирования изображений из книг и журналов, называется: а) ручным сканером;

б) барабанным сканером;

в) листовым сканером;

г) планшетным сканером.

**33.** Устройство, при работе с которым сканируемый оригинал располагается на вращающемся барабане, называется:

а) ручным сканером;

б) барабанным сканером;

в) листовым сканером;

г) планшетным сканером.

**34.** Устройство, при работе с которым носитель с изображением протягивается вдоль линейки, на которой расположены CCD-элементы, называется:

а) ручным сканером;

б) барабанным сканером;

в) листовым сканером;

г) планшетным сканером.

**35.** Устройство, при работе с которым носитель с изображением располагается в сканере на стеклянном листе, под которым головка чтения с CCD-элементами сканирует изображение построчно с равномерной скоростью, называется:

а) ручным сканером;

б) барабанным сканером;

в) листовым сканером;

г) планшетным сканером.

**36.** Средство ввода информации или основной инструмент управления программой – это:

а) сканер;

б) принтер;

в) монитор;

г) мышь.

37. По принципу действия мыши делятся:

а) на механические;

б) управляемые;

в) оптико-механические;

г) оптические.

38. По принципу передачи информации мыши делятся:

а) на последовательные, использующие системную шину;

б) последовательные, подключаемые к последовательному порту СОМ;

в) параллельные, использующие системную шину;

г) параллельные, подключаемые к последовательному порту СОМ.

39. К устройствам ввода информации относятся:

а) джойстик;

б)дигитайзер;

в) трекбол;

г) трекпойнт.

# Тема 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

#### Учебные вопросы

- 1. Понятие света и цвета.
- 2. Зрительный аппарат человека для восприятия цвета.
- 3. Понятие цветовой модели и режима.
- 4. Виды цветовых моделей (RGB, CMYK, HSB, Lab), их достоинства и недостатки.
- 5. Законы Грассмана.
- 6. Кодирование цвета.

#### Изучив данную тему, студент должен

*иметь представление* о принципах построения различных цветовых моделей;

знать:

- физические характеристики света, цвета;
- законы Грассмана (законы смешивания цветов);
- виды цветовых моделей, их достоинства и недостатки;

*уметь:* правильно подбирать цветовую модель при создании графического изображения;

владеть навыками кодирования цвета точки, расчета частоты дискретизации и глубины кодирования.

#### Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по лекциям 5 и 6;
- акцентировать внимание на различиях цветовых моделей, предназначенных для создания графического изображения;
- выполнить тест по теме «Представление графических данных»;
- ответить на контрольные вопросы по теме 3.

#### Лекция 5. Физика света. Свет и цвет

#### Свет и информация

Любой организм вынужден ориентироваться в окружающей среде, так как для выживания ему нужна оперативная и подробная информация обо всем, что его окружает. Приспосабливаясь к внешним условиям, организм приоритетно развивает органы чувств, наиболее соответствующие этому требованию.

Для большинства обитателей Земли самым ценным приобретением оказалось зрение, позволяющее оценивать обстановку с безопасного расстояния. Как выяснилось, зрение оказалось самым информативным из всех чувств, позволяющим «в мгновенье ока» представить целостную картину окружающего мира, а не только отдельных его составляющих. Самое поверхностное сравнение возможностей зрения с возможностями осязания, обоняния или слуха показывает его несомненные преимущества.

Свет — носитель зрительной информации, является единственным видом электромагнитных излучений, доступных непосредственному восприятию человека.

Несмотря на громадную широту спектра природных электромагнитных волн, все его диапазоны подчиняются общим законам и на первый взгляд равноценны. Однако человек не обладает ни рентгеновским, ни инфракрасным зрением, ни радиолокацией. Наш организм как будто вполне устраивает возможность видеть только освещенные или светящиеся предметы и практически не беспокоит отсутствие реакции на волновые излучения других частот. Почему в роли наиболее подходящего носителя зрительной информации оказался именно свет, а не какой-либо другой вид электромагнитных колебаний, излучаемых нашим светилом? Не углубляясь в исследования всех возможных причин и вероятных вариантов выбора, попробуем объяснить его простой житейской целесообразностью. Можно предположить, что зарождающаяся жизнь не обнаружила на самой Земле существенно важных или фатально опасных для нее источников природных излучений, на которые следовало бы оперативно реагировать. Поэтому она полностью сориентировалась на излучения ближайшего к Земле светила, спектр которых в решающей степени обеспечивает приемлемые для жизни условия. Свет оказался основой фотосинтеза — основного способа существования растений. Поэтому и появившийся впоследствии животный мир не имел достаточных оснований для отказа от доставшегося ему наследства. Кроме того, выяснилось, что длины световых волн в достаточной мере подходят для их использования в эффективной схеме приемника оптической информации — глаза, прибора надежного, компактного и экономичного. Понять причины, позволившие глазу приобрести полный набор столь лестных характеристик, поможет небольшой экскурс в область теоретической радиотехники.

Известно, что габариты приемно-передающих устройств волнового типа пропорциональны длине волны, а их разрешающая способность — наоборот, обратно пропорциональна. Таким образом, чем больше рабочая длина волны, тем больше антенна и меньше разрешение. Следовательно, для того, чтобы отчетливо видеть соизмеримые с собой объекты, организму «удобнее» ориентироваться на относительно коротковолновую часть спектра излучения. Это позволяет добиться оптимального соотношения габаритов приемника и качества его работы, что немаловажно для важнейшей системы жизнеобеспечения.

Именно свет — небольшой участок электромагнитного диапазона с длинами волн от 400 до 750 нм оказался обладателем всех перечисленных качеств. Наша атмосфера прозрачна для световых волн и вполне пригодна для роли канала связи, прекрасно работающего буквально «в пределах прямой видимости». Скорее всего, исходя именно из этих соображений, природа и наделила нас экономичными, удобными и к тому же довольно выразительными приемниками света.

Возможности зрения оказались настолько обширными, что позволили ему выйти далеко за рамки тривиальной системы «охранной сигнализации» и стать основной информационной системой человека.

Для лучшего понимания художественной теории света рассмотрим основы его физической теории. Это поможет провести параллели между физическими и художественными терминами, лучше понять их смысл и установить четкую взаимосвязь между ними. Свет является одной из разновидностей электромагнитных колебаний и его волновые свойства легко поддаются описанию традиционными физическими методами. Как и любое другое электромагнитное излучение, свет представляет собой энергетический поток, распространяющийся от породившего его источника в окружающее пространяющийся от породившего его источника в окружающее пространство. Как правило, источниками света являются раскаленные до высоких температур тела, тепловые колебания атомов которых и вызывают излучение. Различие резонансных частот атомов химических элементов, составляющих эти тела, порождает сложный поток излучений, состоящий из множества элементарных составляющих.

Каждое элементарное волновое колебание представляет собой



синусоиду, т. е. гармоническое колебание, основными характеристиками которой являются частота и амплитуда. Амплитуда характеризует размах колебания, частота — периодичность изменения амплитуды. Сама же синусоида это образ равномерного и непрерывного во времени колебательного процесса.

Расстояние между соседними гребнями или впадинами синусоиды равно длине волны колебания и является величиной, обратной ее частоте. Длина волны измеряется в нанометрах (нм) и представляет собой расстояние, на которое распространяется свет за период одного колебания.



Человеческий глаз способен воспринимать (видеть) электромагнитное излучение только в узком диапазоне длин волн, ограниченного участком от 380 до 760 нм (составляющих свет), который называется участком видимых длин волн. Излучения до 380 и выше 760 нм человек не видит, но они могут восприниматься другими механизмами осязания (как, например, инфракрасное излучение) либо регистрироваться специальными приборами.

# 





В зависимости от длины волны, световое излучение воспринимается человеческим глазом окрашенным в тот или иной цвет, правильнее сказать, вызывает у человека ощущение того или иного цвета, от фиолетового до красного. Эта способность определяет возможность цветового видения человека.

В приложении к свету элементарное колебание может быть представлено синусоидой, длина волны которой ассоциируется с ее цветом, а амплитуда – с яркостью. Такой свет, несущий излучение только одной определенной частоты, называется



*монохромным*, т. е. одноцветным. Следует отметить, что достаточно заметные источники монохромных излучений практически не встречаются в земной природе. Даже кажущиеся очень красными закаты и рассветы излучают лишь незначительно измененный солнечный спектр со слегка ослабленной сине-фиолетовой частью.

Смесь элементарных колебаний называется *полихромным* светом и представляет собой *спектр* монохромных излучений, а ее цвет определяется суммой цветов всех составляющих. Если представить себе, что все синусоиды монохромных излучений выстроены на плоскости «по частотному ранжиру», то взгляд на эту плоскость «с торца» (со стороны частотной оси) поможет понять суть традиционного изображения спектра в научной литературе. С этой точ-

ки зрения видны только амплитуды отдельных составляющих и их расположение вдоль оси частот. Обыкновенный солнечный свет, кажущийся белым, является характерным примером полихромного и содержит весь спектр видимых излучений.

#### Понятие цвета и его характеристики

Мы смотрим на предметы и, характеризуя их, говорим примерно следующее: он большой, мягкий, светло-голубого цвета. При описании чего-либо в большинстве случаев упоминается цвет, так как он несет огромное количество информации. На самом деле тело не имеет определенного цвета. Само понятие цвета тесно связано с тем, как человек (человеческий взгляд) воспринимает свет; можно сказать, что цвет зарождается в глазу.

Цвет — чрезвычайно сложная проблема, как для физики, так и для физиологии, так как он имеет как психофизиологическую, так и физическую природу. Восприятие цвета зависит от физических свойств света, т.е. электромагнитной энергии, от его взаимодействия с физическими веществами, а также от их интерпретации зрительной системой человека. Другими словами, цвет предмета зависит не только от самого предмета, но также и от источника света, освещающего предмет, и от системы человеческого видения. Более того, одни предметы отражают свет (доска, бумага), а другие его пропускают (стекло, вода). Если поверхность, которая отражает только синий свет, освещается красным светом, она будет казаться черной. Аналогично, если источник зеленого света рассматривать через стекло, пропускающее только красный свет, он тоже покажется черным.

Самым простым является **ахроматический цвет**, т. е. такой, какой мы видим на экране черно-белого телевизора. При этом белыми выглядят объекты, ахроматически отражающие более 80 % света белого источника, а черными — менее 3 %. Единственным атрибутом такого цвета является интенсивность или количество. С интенсивностью можно сопоставить скалярную величину, определяя черное как 0, а белое как 1.

Если воспринимаемый свет содержит длины волн в произвольных неравных количествах, то он называется **хроматическим**.

При субъективном описании такого цвета обычно используют три величины: цветовой тон, насыщенность и светлота. Цветовой
тон позволяет различать цвета, такие как красный, зеленый, желтый и т. д. (это основная цветовая характеристика). Насыщенность характеризует чистоту, т. е. степень ослабления (разбавления, осветления) данного цвета белым светом, и позволяет отличать розовый цвет от красного, изумрудный от ярко-зеленого и т.д. Другими словами, по насыщенности судят о том, насколько мягким или резким кажется цвет. Светлота отражает представление об интенсивности как о факторе, не зависящем от цветового тона и насыщенности (интенсивность (мощность) цвета).

Обычно встречаются не чистые монохроматические цвета, а их смеси. В основе трехкомпонентной теории света лежит предположение о том, что в центральной части сетчатки глаза находятся три типа чувствительных к цвету колбочек. Первый воспринимает зеленый цвет, второй — красный, а третий — синий цвет. Относительная чувствительность глаза максимальна для зеленого цвета и минимальна для синего. Если на все три типа колбочек воздействует одинаковый уровень энергетической яркости, то свет кажется белым. Ощущение белого цвета можно получить, смешивая любые три цвета, если ни один из них не является линейной комбинацией двух других. Такие цвета называют основными.

Человеческий глаз способен различать около 350 000 различных цветов. Это число получено в результате многочисленных опытов. Четко различимы примерно 128 цветовых тонов. Если меняется только насыщенность, то зрительная система способна выделить уже не так много цветов: мы можем различить от 16 (для желтого) до 23 (для красного и фиолетового) таких цветов.

Таким образом, для характеристики цвета используются следующие атрибуты.

*Цветовой тон.* Можно определить преобладающей длиной волны в спектре излучения. Цветовой тон позволяет отличать один цвет от другого — например, зеленый от красного, желтого и других.

*Яркость.* Определяется энергией, интенсивностью светового излучения. Выражает количество воспринимаемого света.

*Насыщенность,* или чистота тона. Выражается долей присутствия белого цвета. В идеально чистом цвете примесь белого отсутствует. Если, например, к чистому красному цвету добавить в определенной пропорции белый цвет, то получится светлый бледно-красный цвет.

Указанные три атрибута позволяют описать все цвета и оттенки. То, что атрибутов именно три, является одним из проявлений трехмерных свойств цвета.

Большинство людей различают цвета, а те, кто занимается компьютерной графикой, должны четко чувствовать разницу не только в цветах, но и в тончайших оттенках. Это очень важно, так как именно цвет несет в себе большое количество информации, которая ничуть не уступает в важности ни форме, ни массе, ни другим параметрам, определяющим каждое тело.

Факторы, влияющие на внешний вид конкретного цвета: источник света, информация об окружающих предметах, ваши глаза.

Правильно подобранные цвета могут как привлечь внимание к желаемому изображению, так и оттолкнуть от него. Это объясняется тем, что в зависимости от того, какой цвет видит человек, у него возникают различные эмоции, которые подсознательно формируют первое впечатление от видимого объекта.

Цвет в компьютерной графике нужен, потому что:

- он несет в себе определенную информацию об объектах. Например, летом деревья зеленые, осенью желтые. На черно-белой фотографии определить пору года практически невозможно, если на это не указывают какие-либо другие дополнительные факты;
- цвет необходим также для того, чтобы различать объекты;
- с его помощью можно вывести одни части изображения на первый план, другие же увести в фон, т.е. акцентировать внимание на важном — композиционном — центре;
- без увеличения размера с помощью цвета можно передать некоторые детали изображения;
- в двумерной графике, а именно таковую мы видим на мониторе, так как он не обладает третьим измерением, именно с помощью цвета, точнее оттенков, имитируется (передается) объем;
- цвет используется для привлечения внимания зрителя, создания красочного и интересного изображения.

Любое компьютерное изображение характеризуется, кроме геометрических размеров и разрешения (количество точек на один дюйм), максимальным числом цветов, которые могут быть в нем использованы. Максимальное количество цветов, которое может быть использовано в изображении данного типа, называется **глубиной цвета.** Кроме полноцветных, существуют типы изображений с различной глубиной цвета — черно-белые штриховые, в оттенках серого, с индексированным цветом. Некоторые типы изображений имеют одинаковую глубину цвета, но различаются по цветовой модели.

#### Зрительный аппарат человека. Феномен цветового видения

Системы отображения графической информации воздействуют на зрительный аппарат человека, поэтому с необходимостью должны учитывать как физические, так и психофизиологические особенности зрения.

Свет попадает в глаз через роговицу и фокусируется хрусталиком на внутренний слой глаза, называемый **сетчаткой**.

Сетчатка глаза содержит два принципиально различных типа фоторецепторов — палочки, обладающие широкой спектральной кривой чувствительности, вследствие чего они не различают длину волн и, следовательно, цвета, и колбочки, характеризующиеся узкими спектральными кривыми и поэтому обладающие цветовой чувствительностью.



Рис. 3.2. Поперечный разрез глаза

При проведении своего знаменитого опыта по разложению солнечного света в спектр Ньютон сделал очень важное наблюдение: несмотря на то что спектральные цвета плавно переходили друг в друга, пробегая целую массу всевозможных цветовых оттенков, фактически все это многообразие цветов оказалось возможным свести к семи цветам. Эти цвета были названы им первичными: красный, желтый, оранжевый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Впоследствии различными исследователями было показано, что число этих цветов можно сократить до трех, а именно до красного, зеленого и синего. Действительно, желтый и оранжевый есть комбинация зеленого и красного, голубой — зеленого и синего. Тоже самое касается всех остальных цветовых тонов, которые могут быть получены комбинацией красного, зеленого и синего цветов, названных поэтому основными цветами.

Юнг и Гемгольц, занимавшиеся исследованиями цветового зрения, предположили, что подобные явления объясняются наличием в аппарате человеческого зрения трех цветочувствительных анализаторов, каждый из которых ответственен за восприятие красного, зеленого и синего световых излучений, попадающих в глаз. Позже это предположение получило достаточно веские научные подтверждения и легло в основу трехкомпонентной теории цветового зрения, которая объясняет феномен видения цвета существованием в глазу человека трех типов цветоощущающих клеток, чувствительных к свету различного спектрального состава.

Эти клетки действительно удалось увидеть в сетчатке глаза и поскольку под микроскопом они предстали в виде округлых продолговатых тел несколько неправильной формы, они были названы колбочками. Колбочки подразделяются на три типа в зависимости от того, к излучению какого спектрального состава они чувствительны, и обозначаются греческими буквами  $\beta$  (бета),  $\gamma$  (гамма) и  $\rho$  (ро). Первый тип ( $\beta$ ) имеет максимум чувствительности к световым волнам с длиной от 400 до 500 нм (условно «синяя» составляющая спектра), второй ( $\gamma$ ) – к световым волнам от 500 до 600 нм (условно «зеленая» составляющая спектра) и третий ( $\rho$ ) – к световым волнам от 600 до 700 нм (условно «красная» составляющая спектра). Типы чувствительности к световой волне представлены на рис. 3.3,  $\delta$ . В зависимости от того, световые волны какой длины и интенсивности присутствуют в спектре света, те или иные группы колбочек возбуждаются сильнее или слабее. Также было установлено наличие других клеток, которые не имеют чувствительности к строго определенным спектральным излучениям и реагируют на весь поток светового излучения. Поскольку под микроскопом эти клетки видны как удлиненные тела, их назвали палочками.

У взрослого человека насчитывается около 110...125 млн палочек и около 6...7 млн колбочек (соотношение 1:18). Условно говоря, видимое нами изображение, так же как и изображение цифровое, дискретно. Но поскольку число элементов изображения очень большое, мы этого просто не ощущаем.



Рис. 3.3. Кривая относительной световой эффективности палочек (пунктирная линия) и колбочек (*a*) и кривые спектральной чувствительности колбочек (*б*)

-77-

Интересно отметить и другую особенность. Световая чувствительность палочек намного выше чувствительности колбочек, и потому в сумерках или ночью, когда интенсивность попадающего в глаз излучения становится очень низкой, колбочки перестают работать и человек видит только за счет палочек. Потому в это время суток, а также в условиях низкого освещения человек перестает различать цвета и мир предстает перед ним в черно-белых (сумрачных) тонах. Причем световая чувствительность человеческого глаза настолько высока, что намного превосходит возможности большинства существующих систем регистрации изображения. Человеческий глаз способен реагировать на поток светового излучения порядка 10...16 Вт/см<sup>2</sup>. Если бы мы захотели использовать эту энергию для нагревания воды, то для того, чтобы нагреть один кубический сантиметр воды на 1 °C, на это потребовался бы 1 млн лет. Если выразить чувствительность человеческого глаза в единицах чувствительности фотопленки, то она будет эквивалентна фотопленке с чувствительностью 15 млн елиниц ASA.

Чувствительность палочек и колбочек к световому потоку в зависимости от длины волны описывается кривыми спектральной чувствительности человеческого глаза, что представлено на рис. 3.3, *б.* Для характеристики общей спектральной чувствительности человеческого глаза к потоку светового излучения используется относительная кривая световой эффективности либо, как ее еще называют, кривая видности глаза, определяющая соответственно общую чувствительность человеческого глаза к свету с учетом цветового (колбочки) или светового (палочки) зрения, что представлено на рис. 3.3, *а.* Эти зависимости представляют большой интерес для специалистов, поскольку позволяют объяснить ряд известных феноменов человеческого зрения.

Так, по этим кривым можно видеть, что человек очень хорошо способен воспринимать зеленые и зелено-желтые цвета, в то время как его чувствительность к синим цветам заметно ниже.

Ситуация несколько меняется в сумерках, когда чувствительные к яркому световому излучению колбочки начинают терять свою эффективность и соотношение между палочками и колбочками изменяется — максимум спектральной световой эффективности смещается в сторону синих излучений (палочковое зрение). Другая интересная особенность заключается в том, что глазному хрусталику труднее фокусироваться на предметы, если они окрашены в сине-фиолетовые тона. Это объясняется падением спектральной чувствительности глаза в этих областях спектра. Поэтому очки иногда делают не нейтрально-прозрачными, а из окрашенных в желтый либо коричневый цвет стекол, которые фильтруют сине-фиолетовую составляющую спектра.

Из-за того, что кривые спектральной чувствительности частично перекрываются, человек может сталкиваться с определенными сложностями при различении некоторых чистых цветов. Так, из-за того, что кривая спектральной чувствительности колбочек типа р (условно чувствительных к красной части спектра) сохраняет некоторую чувствительность в области сине-фиолетовых цветов, нам кажется, что синие и фиолетовые цвета имеют примесь красного.

Влияет на восприятие цвета общая световая чувствительность глаза. Поскольку кривая относительной световой эффективности представляет собой гауссиану с максимумом в точке 550 нм (для дневного зрения), то цвета по краям спектра (синие и красные) воспринимаются нами менее яркими, чем цвета, занимающие центральное положение в спектре (зеленый, желтый, голубой).

Поскольку спектральная чувствительность человеческого глаза неравномерна по всей области спектра, при ощущении цвета могут возникать явления, когда два разных цвета, имеющих разные спектральные распределения, будут нам казаться одинаковыми за счет того, что вызывают одинаковое возбуждение глазных рецепторов. Такие цвета называются метамерными, а описанное явление – метамерией. Оно часто наблюдается, когда та или иная окрашенная поверхность рассматривается нами при разных источниках освещения, свет которых взаимодействуя с поверхностью, изменяет спектр ее цвета. В этом случае, например, белая ткань может при дневном свете выглядеть белой, а при искусственном освещении менять свой оттенок. Либо два предмета, имеющие разные спектры отражения, которые, соответственно, должны иметь разный цвет, на самом деле воспринимается нами одинаковыми, поскольку вызывают одинаковое возбуждение трех цветоощущающих центров глаза. Причем, если мы попытаемся воспроизвести цвет этих предметов, скажем, на фотопленке, использующей отличный от зрительного аппарата человека механизм регистрации изображения, эти два предмета скорее всего окажутся имеющими различную окраску.



Рис. 3.4. Иллюстрация явления метамерии

Три цветовых образца, имеющих разный спектральный коэффициент отражения, кажутся при освещении их дневным светом одинаковыми. При воспроизведении этих образцов на фотопленке, спектральная чувствительность которой отлична от спектральной чувствительности зрительного аппарата человека, либо при изменении освещения они меняют свой цвет и становятся разноокрашенными.

На использовании явления метамерии основана вся современная технология воспроизведения цветного изображения: не имея возможности в цветной репродукции в точности повторить спектр того или иного цвета, наблюдаемый в естественных условиях, его заменяют цветом, синтезированным с помощью определенного набора красок или излучателей и имеющим отличное спектральное распределение, но вызывающим у зрителя те же самые цветовые ощущения.

Информация от светочувствительных рецепторов (колбочек и палочек) передается другим типам клеток, которые соединены между собой. Специальные клетки передают информацию в зрительный нерв. Таким образом, волокно зрительного нерва обслуживает несколько светочувствительных рецепторов, т.е. некоторая предварительная обработка изображения выполняется непосредственно в глазу, который представляет собой выдвинутую вперед часть мозга.

Область сетчатки, в которой волокна зрительного нерва собираются вместе и выходят из глаза, лишена светочувствительных рецепторов и называется слепым пятном.

Таким образом, свет должен вначале пройти два слоя клеток, прежде чем он воздействует на колбочки и палочки. Причины для такого обратного устройства сетчатки не полностью понятны, но одно из объяснений состоит в том, что расположение светочувствительных клеток в задней части сетчатки позволяет любому паразитному непоглощенному свету попасть на клетки, находящиеся непосредственно позади сетчатки, которые содержат черный пигмент – меланин. Клетки, содержащие меланин, также помогают химически восстанавливать светочувствительный визуальный пигмент в колбочках и палочках после того, как они были отбелены на свету.

Интересно отметить, что природа создала целый ряд конструкций глаза. При этом глаза у всех позвоночных похожи на глаза человека, а глаза у беспозвоночных либо сложные (фасеточные), как у насекомых, либо недоразвитые в виде световувствительного пятна. Только у осьминогов глаза устроены как у позвоночных, но светочувствительные клетки находятся непосредственно на внутренней поверхности глазного яблока, а не как у нас позади других слоев, занимающихся предварительной обработкой изображения. Поэтому, возможно, особого смысла в обратном расположении клеток в сетчатке нет, и это просто один из экспериментов природы.

Знание особенностей человеческого зрения очень важно при проектировании систем регистрации и обработки изображения. Именно для того, чтобы в максимальной степени учесть особенности человеческого зрения, производители фотоматериалов добавляют дополнительные цветочувствительные слои, производители принтеров – дополнительные печатные краски и т.д. Однако никакие усовершенствования современных технологий все же не позволяют создать систему воспроизведения изображения, которая бы могла сравниться с аппаратом человеческого зрения.

# Лекция 6. Представление цвета в компьютере

### Цветовой круг

Чтобы правильно понимать принципы работы с цветом, необходимо иметь представление о цветовом круге (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Цветовой круг

Цветовой круг — это элементарное приспособление совершенно незаменимо при подборе цветовых сочетаний.

Цветовой круг разделен на сегменты, все вместе они составляют полный цветовой спектр.

**Основные (первичные) цвета в цветовом круге:** красный, синий и желтый — основа для прочих цветов, на рис. 3.5 обозначены цифрой 1.

Каждый из семи миллионов оттенков, которые различает человек, можно составить из этих основных «строительных блоков». Сами же основные цвета нельзя получить при смешении других красок.

Если красный, синий и желтый смешать в равных долях, то получится черный.

**Вторичные цвета круга** получаются при смешении двух основных цветов, на рисунке обозначены цифрой 2.

К ним относятся:

- фиолетовый (комбинация красного и синего);
- оранжевый (смешение красного и желтого);
- зеленый (желтый плюс синий).

**Третичные цвета в цветовом круге** — это такие цвета, которые можно создать смешением одного основного и одного вторичного цветов, на рисунке обозначены цифрой 3.

Их шесть:

- шафрановый (красный с оранжевым);
- цитрусовый (желтый с зеленым);
- сиреневый (синий с фиолетовым);
- пурпурный (красный с фиолетовым);
- янтарный (желтый с оранжевым);
- бирюзовый (синий с зеленым).

Все они составляют внешнюю кайму круга. Цвета на внутренних кольцах получены путем добавления белого или черного, в результате возникают различные оттенки одного и того же цвета.

В данном примере рассмотрен 12-частный цветовой круг, данный круг известен еще как круг Иттена. Под частями круга понимают количество сегментов на внешнем диаметре круга.

### Цветовой круг Иттена

Иттен предложил свой 12-частный цветовой круг в 1961 году.

Иоганнес Иттен (11 ноября 1888 года, Зюдерн-Линден, Швейцария — 27 мая 1967 года, Цюрих) — швейцарский художник, теоретик нового искусства и педагог. Получил всемирную известность благодаря сформированному им учебному курсу Баухауса, который лег в осно-



ву преподавания многих современных начальных художественных учебных заведений.

Вот как он сам поясняет принципы, на которых он создал свой круг: «Для введения в систему цветового конструирования создадим двенадцатичастный цветовой круг, опираясь на основные цвета — желтый, красный и синий. Основные цвета должны быть определены с максимально возможной точностью. Три основных цвета первого порядка размещаются в равностороннем треугольнике так, чтобы желтый был у вершины, красный справа внизу и синий — внизу слева.



Рис. 3.6. Цветовой круг Иттена

Затем данный треугольник вписывается в круг и на его основе выстраивается равносторонний шестиугольник. В образовавшиеся равнобедренные треугольники помещаем три смешанных цвета, каждый из которых состоит из двух основных цветов, и получаем, таким образом, цвета второго порядка:

желтый + красный = оранжевый;

- желтый + синий = зеленый;

- красный + синий = фиолетовый.

Все цвета второго порядка должны быть смешаны весьма тщательно. Они не должны склоняться ни к одному из своих компонентов.

Далее на некотором расстоянии от первого круга чертим второй и делим полученное между ними кольцо на двенадцать равных частей, размещая основные и составные цвета по месту их расположения и оставляя при этом между каждыми двумя цветами пустой сектор. В эти пустые сектора вводим цвета третьего порядка, каждый из которых создается благодаря смешению цветов первого и второго порядка, и получаем:

желтый + оранжевый = желто-оранжевый;

- красный + оранжевый = красно-оранжевый;

- красный + фиолетовый = красно-фиолетовый;

синий + фиолетовый = сине-фиолетовый;

- синий + зеленый = сине-зеленый;

- желтый + зеленый = желто-зеленый.

Таким образом, возникает правильный цветовой круг из двенадцати цветов, в котором каждый цвет имеет свое неизменное место, а их последовательность имеет тот же порядок, что в радуге или в естественном спектре. В нашем круге все двенадцать цветов имеют равные отрезки, поэтому цвета, занимающие диаметрально противоположные места по отношению друг другу, оказываются дополнительными.

Эта система дает возможность мгновенно и точно представить себе все двенадцать цветов и легко расположить между ними все их вариации».

### Цветовой круг Исаака Ньютона. Цветовая триада Ньютона

Первая попытка привести видимые цвета в систему принадлежала Исааку Ньютону.

Сэр Исаак Ньютон (4 января 1643 года – 31 марта 1727 года по григорианскому календарю) – английский математик, механик, физик и астроном, один из создателей классической физики.

Автор фундаментального труда «Математические начала натуральной философии», в котором он изложил закон всемирного тяготения и три закона механики, ставшие основой классической механи-

ки. Разработал дифференциальное и интегральное исчисления, теорию цвета и многие другие математические и физические теории.

Исаак Ньютон, проводя эксперименты со стеклами, пропустил через стеклянную призму луч солнечного света и получил удивительную картину: оказалось, что солнечный свет, который до того времени считался однородным, состоит из отдельных цветов.



Кроме того, Ньютон увидел непрерывные изменения цвета в спектре.

Если белый луч проходит через призму, то он растягивается в ленту разных цветов — от красного до фиолетового. Вышло, что белый луч — это сумма раз-

ноцветных излучений. Разные цветные лучи, обладая разным коэффициентом преломления, отклоняются от прямого пути на разную величину — меньше всего красные, больше всего фиолетовые.



Ньютону пришла идея изобразить цвета спектра в цветовом круге. Цветовая система Ньютона — цветовой круг из семи секторов: красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового.



Рис. 3.7. Цветовой круг Ньютона

Ньютон рассуждал: поскольку белый луч — это сумма излучений, значит, наше зрение суммируя цвета, порождает одни цвета из других.

Идея цветового круга Ньютона была следствием экспериментов по смешению цветов, так же как и идея самого смешения была следствием наблюдений над разложением солнечного луча.

Ньютон испытал оптические суммы разных цветов и сделал следующие выводы.

- 1. Смешение двух близких по спектру цветов дает цвет, промежуточный между ними.
- Смешение красного и зеленого, оранжевого и синего, желтого и фиолетового дает цвет, близкий к белому.
- 3. Смешение фиолетового и красного цветов дает пурпурные цвета, которых нет в спектре.

Таким образом, множество цветов оказалось не только непрерывным, но и замкнутым.

Смешение не близких по спектру цветов всегда ведет к потере насыщенности, к подмеси белого (серого).

Сумму двух цветов можно смешать с третьим цветом. Эффект смешения не будет зависеть от того, как составлен каждый из сме-

шиваемых цветов. При смешении каждый цвет, как бы он ни был сложен, рассматривается как простой цвет — точка цветового круга.



Рис. 3.8. Цветовая триада Ньютона. Модель RGB

Ньютон понял, что можно выбрать три спектральных цвета, смешение которых в разных количествах может дать все или почти все цвета цветового круга.

Такой цветовой триадой принято теперь считать триаду — красный, зеленый, синий. Красный, зеленый и синий называют основными цветами ньютоновской цветовой системы.

Эта триада носит название трехканальной цветовой модели RGB (от английского Red-Green-Blue, красный-зеленый-синий).

## Цветовой круг Гёте

Над своим «Учением о цвете» Гёте работал с 1790 по 1810 годы. Основная ценность этого труда заключается в формулировании психологических состояний, связанных с восприятием цветовых контрастных сочетаний.



Иоганн Вольфганг фон Гёте (28 августа 1749 года, Франкфурт-на-Майне, Германия — 22 марта 1832 года, Веймар, Германия) — немецкий поэт, государственный деятель, мыслитель и естествоиспытатель.

Гёте считал, что цвет «независимо от строения и формы материала (которому он принадлежит) оказывает воздействие на душевное настроение». Тем самым впечатление, вызываемое цветом, определяется, прежде всего, им самим, а не его предметными ассоциациями. «Отдельные красочные впечатления... должны действовать специфически и вызывать специфические состояния». И далее, «отдельные цвета вызывают особые душевные состояния». Сам Гёте ценил свою работу по цвету выше своего поэтического творчества. Великий поэт был не согласен с теорией света и цвета Ньютона и в противовес создал свою собственную теорию.

Работая над учением о цветовой гармонии, Гёте создал свой цветовой круг.

Цветовой круг Гёте состоял из шести цветов. Последовательность цветов в цветовом круге Гёте — не замкнутый спектр, как у Ньютона, а три пары цветов: три основных цвета (красный, желтый, синий), чередующихся с тремя дополнительными — оранжевым, зеленым, фиолетовым. Последние получаются путем попарного смешения рядом лежащих основных цветов.



В круге Гёте гармоничные цветовые сочетания располагаются друг напротив друга по диагонали. Кроме гармоничных цветовых сочетаний, Гёте выделял «характерные» и «нехарактерные». Эти цветовые сочетания также вызывают определенные душевные впечатления, но в отличие от гармоничных, они не приводят к состоянию психологического равновесия.

«Характерными» (на рис. 3.9 — допустимые сочетания) Гёте называл такие цветовые сочетания, которые составляют цвета, разделенные в цветовом круге одной краской. Желтый и синий, по выражению Гёте, — это скудное, бледное сочетание, которому не хватает (для цельности) красного. Впечатление, которое оно создает, Гёте называл «обыденным». Сочетание желтого и красного (пурпура) также одностороннее, но веселое и великолепное. Желто-красный в сочетании с сине-красным вызывает возбуждение, впечатление яркого. Смешивание цветов характерной пары порождает цвет, находящийся (в цветовом круге) между ними.



Рис. 3.9. Цветовые сочетания круга Гёте

«Нехарактерными» Гёте называл сочетания двух рядом расположенных цветов своего круга. Их близость приводит к невыгодному впечатлению. Так, желтый с зеленым Гёте называл «пошло-веселым», а синий с зеленым — «пошло-противным».

### Цветовой круг Освальда

Вопросов цветовой гармонии касался также и теоретик цвета Вильгельм Освальд.

В своей книге об основах цвета он писал: «Опыт учит, что некоторые сочетания некоторых цветов приятны, другие неприятны или не вызывают эмоций».

Для того чтобы определить все возможные гармоничные сочетания, необходима система порядка, позволяющая подобрать нужные варианты.

В качестве такой системы Освальд в конце XIX века создал свой цветовой круг, который содержит 24 цвета. В цветовом круге Освальда представлены только хроматические цвета, здесь нет белых, серых и черных цветов. Большой цветовой круг Освальда применяется для образования гармоничных сочетаний из двух, трех, четырех цветовых тонов.

Цвета, расположенные на круге напротив друг друга, называют дополнительными (комплиментарными). При смешении в определенной пропорции пара дополнительных цветов дает черный или белый.

Любые 3–4 цвета, расположенные на круге последовательно, называют близкими (смежными). Если представить в цветовом круге равнобедренный треугольник, то цвета, которые окажутся на его вершинах, образуют триады. Триады – три цвета, равноотстоящие друг от друга на цветовом круге.



Рис. 3.10. Цветовые сочетания круга Освальда

### Цветовые модели и их виды

Для описания излучаемого и отраженного цветов используются разные математические модели — цветовые модели (цветовое пространство), т.е. это способ описания цвета с помощью количественных характеристик. Цветовые модели могут быть аппаратно зависимыми (их пока большинство, RGB и CMYK в их числе) и аппаратно независимыми (модель Lab). В большинстве «современных» визуализационных пакетов (например, в PhotoShop) можно преобразовывать изображение из одной цветовой модели в другую.

В цветовой модели (пространстве) каждому цвету можно поставить в соответствие строго определенную точку. В этом случае цветовая модель — это просто упрощенное геометрическое представление, основанное на системе координатных осей и принятого масштаба.

Основные цветовые модели:

- RGB;
- CMY (Cyan Magenta Yellow);
- СМҮК (Cyan Magenta Yellow Key, причем Key означает черный цвет);
- HSB;
- Lab;
- HSV (Hue, Saturation, Value);
- HLS (Hue, Lightness, Saturation);
- и др.

В цифровых технологиях используются как минимум четыре основные модели: RGB, CMYK, HSB в различных вариантах и Lab. В полиграфии используются также многочисленные библиотеки плашечных цветов.

Цвета одной модели являются дополнительными к цветам другой модели. Дополнительный цвет — цвет, дополняющий данный до белого. Дополнительный для красного — голубой (зеленый + синий), дополнительный для зеленого — пурпурный (красный + синий), дополнительный для синего — желтый (красный + зеленый) и т. д.

По принципу действия перечисленные цветовые модели можно условно разделить на три класса:

- 1) аддитивные (RGB), основанные на сложении цветов;
- субтрактивные (СМҮ, СМҮК), основу которых составляет операция вычитания цветов (субтрактивный синтез);
- 3) перцепционные (HSB, HLS, LAB, YCC), базирующиеся на восприятии.

Аддитивный цвет получается на основе законов Грассмана путем соединения лучей света разных цветов. В основе этого явления лежит тот факт, что большинство цветов видимого спектра могут быть получены путем смешивания в различных пропорциях трех основных цветовых компонентов. Этими компонентами, которые в теории цвета иногда называются *первичными* цветами, являются красный (**R**ed), зеленый (**G**reen) и синий (**B**lue) цвета. При попарном смешивании первичных цветов образуются *вторичные* цвета: голубой (**C**yan), пурпурный (**M**agenta) и желтый (**Y**ellow). Следует отметить, что первичные и вторичные цвета относятся к *базовым* цветам.

*Базовыми* цветами называют цвета, с помощью которых можно получить практически весь спектр видимых цветов.

Для получения новых цветов с помощью аддитивного синтеза можно использовать и различные комбинации из двух основных цветов, варьирование состава которых приводит к изменению результирующего цвета.

Таким образом, цветовые модели (цветовое пространство) представляют средства для концептуального и количественного описания цвета. Цветовой режим — это способ реализации определенной цветовой модели в рамках конкретной графической программы.

### Закон Грассмана (законы смешивания цветов)

В большинстве цветовых моделей для описания цвета используется трехмерная система координат. Она образует цветовое пространство, в котором цвет можно представить в виде точки с тремя координатами. Для оперирования цветом в трехмерном пространстве Т. Грассман вывел три закона (1853).

**1. Цвет трехмерен** — для его описания необходимы три компоненты. Любые четыре цвета находятся в линейной зависимости, хотя существует неограниченное число линейно независимых совокупностей из трех цветов.

Иными словами, для любого заданного цвета можно записать такое цветовое уравнение, выражающее линейную зависимость цветов.

Первый закон можно трактовать и в более широком смысле, а именно, в смысле трехмерности цвета. Необязательно для описания цвета применять смесь других цветов, можно использовать и другие величины, но их обязательно должно быть три.

**2.** Если в смеси трех цветовых компонент одна меняется непрерывно, в то время, как две другие остаются постоянными, цвет смеси также изменяется непрерывно.

3. Цвет смеси зависит только от цветов смешиваемых компонент и не зависит от их спектральных составов.

Смысл третьего закона становится более понятным, если учесть, что один и тот же цвет (в том числе и цвет смешиваемых компонент) может быть получен различными способами. Например, смешиваемая компонента может быть получена, в свою очередь, смешиванием других компонент.

### Цветовая модель RGB

Это одна из наиболее распространенных и часто используемых моделей. Она применяется в приборах, излучающих свет, таких, например, как мониторы, прожекторы, фильтры и другие подобные устройства.

Данная цветовая модель базируется на трех основных цветах: Red – красном, Green – зеленом и Blue – синем. Каждая из вышеперечисленных составляющих может варьироваться в пределах от 0 до 255, образовывая разные цвета и обеспечивая, таким образом, доступ ко всем 16 млн цветов (полное количество цветов, представляемых этой моделью, равно 256 · 256 · 256 = 16 777 216).

Эта модель аддитивная. Слово аддитивная (сложение) подчеркивает, что цвет получается при сложении точек трех базовых цветов, каждая своей яркости. Яркость каждого базового цвета может принимать значения от 0 до 255 (256 значений), таким образом, модель позволяет кодировать 2563 или около 16,7 млн цветов. Эти тройки базовых точек (светящиеся точки) расположены очень близко друг к другу, так что каждая тройка сливается для нас в большую точку определенного цвета. Чем ярче цветная точка (красная, зеленая, синяя), тем большее количество этого цвета добавится к результирующей (тройной) точке.

При работе с графическим редактором Adobe PhotoShop можно выбирать цвет, полагаясь не только на тот, что мы видим, но при необходимости указывать и цифровое значение, тем самым иногда, особенно при цветокоррекции, контролируя процесс работы.

Таблица 3.1

Цвет	R	G	В
Красный (red)	255	0	0
Зеленый (green)	0	255	0
Синий (blue)	0	0	255
Фуксин (magenta)	255	0	255
Голубой (cyan)	0	255	255
Желтый (yellow)	255	255	0
Белый (white)	255	255	255
Черный (black)	0	0	0

Значения некоторых цветов в модели RGB

Данная цветовая модель считается **аддитивной**, т.е. при *увеличе*нии яркости отдельных составляющих будет увеличиваться и яркость результирующего цвета: если смешать все три цвета с максимальной интенсивностью, то результатом будет белый цвет; напротив, при отсутствии всех цветов получается черный.

Модель является аппаратно зависимой, так как значения базовых цветов (а также точка белого) определяются качеством примененного в мониторе люминофора. В результате на разных мониторах одно и то же изображение выглядит неодинаково.





Система координат RGB — куб с началом отсчета (0, 0, 0), соответствующим черному цвету. Максимальное значение RGB — (1, 1, 1) соответствует белому цвету.

Несомненными достоинствами данного режима является то, что он позволяет работать со всеми 16 млн цветов, а недостаток состоит в том, что при выводе изображения на печать часть из этих цветов теряется, в основном самые яркие и насыщенные, также возникает проблема с синими цветами.

Модель RGB — это аддитивная цветовая модель, которая используется в устройствах, работающих со световыми потоками: сканеры, мониторы.

### Цветовая модель HSB

В цветовой модели HSB заглавные буквы не соответствуют никаким цветам, а символизируют тон (цвет), насыщенность и яркость (Hue Saturation Brightness). Предложена в 1978 году. Все цвета располагаются по кругу, и каждому соответствует свой градус, т. е. всего насчитывается 360 вариантов: Н определяет частоту света и принимает значение от 0 до 360° (красный – 0, желтый – 60°, зеленый – 120° и т. д.), то есть любой цвет в ней определяется своим цветом (тоном), насыщенностью (т.е. добавлением к нему белой краски) и яркостью.

Насыщенность определяет, насколько ярко выраженным будет выбранный цвет: 0 — серый, 100 — самый яркий и чистый из возможных вариантов.

Параметр яркости соответствует общепризнанному, т. е. 0 — это черный цвет.

Такая цветовая модель намного беднее рассмотренной ранее RGB, так как позволяет работать всего лишь с 3 млн цветов.

Эта модель аппаратно зависимая и не соответствует восприятию человеческого глаза, так как глаз воспринимает спектральные цвета как цвета с разной яркостью (синий кажется более темным, чем красный), а в модели HSB им всем приписывается яркость 100 %.

*Насыщенность* (Saturation) — это параметр цвета, определяющий его чистоту. Отсутствие (серых) примесей (чистота кривой) соответствует данному параметру. Уменьшение насыщенности цвета означает его разбеливание. Цвет с уменьшением насыщенности становится пастельным, блеклым, размытым. На модели все одинаково насыщенные цвета располагаются на концентрических окружностях, т. е. можно говорить об одинаковой насыщенности, например, зеленого и пурпурного цветов, и чем ближе к центру круга, тем все более разбеленные цвета получаются. В самом центре любой цвет максимально разбеливается, проще говоря, становится белым цветом.

Работу с насыщенностью можно характеризовать как добавление в спектральный цвет определенного процента белой краски. Чем больше в цвете содержание белого, тем ниже значение насыщенности, тем более блеклым он становится.

*Яркость* (Brightness) — это параметр цвета, определяющий освещенность или затемненность цвета. Амплитуда (высота) световой волны соответствует этому параметру. Уменьшение яркости цвета означает его зачернение. Работу с яркостью можно характеризовать как добавление в спектральный цвет определенного процента черной краски. Чем больше в цвете содержание черного, тем ниже яркость, тем более темным становится цвет.

Модель HSB — это пользовательская цветовая модель, которая позволяет выбирать цвет традиционным способом.

### Модель CMY (Cyan Magenta Yellow)

В этой модели основные цвета образуются путем вычитания из белого основных аддитивных цветов модели RGB.

Цвета, использующие белый свет, из которого вычитаются определенные участки спектра, называются субтрактивными. Основные цвета этой модели: голубой (белый – красный), фуксин (в некоторых книгах его называют пурпурным) (белый – зеленый) и желтый (белый – синий). Эти цвета являются полиграфической триадой и могут быть легко воспроизведены полиграфическими машинами. При смешении двух субтрактивных цветов результат затемняется (в модели RGB было наоборот). При нулевом значении всех компонент образуется белый цвет (белая бумага). Эта модель представляет отраженный цвет, и ее называют моделью субтрактивных основных цветов. Данная модель является основной для полиграфии и является аппаратно зависимой.





Рис. 3.13. Получение модели СМУ из RGB Рис. 3.14. Модель СМУ



Рис. 3.15. Цветовой куб модели СМУ

Система координат СМУ – тот же куб, что и для RGB, но с началом отсчета в точке с RGB-координатами (1, 1, 1), соответствующей белому цвету.

# Цветовая модель СМҮК

Модель СМҮК – одна из наиболее часто используемых цветовых моделей, нашедших широкое применение. Она, в отличие от аддитивной RGB, является субтрактивной моделью.

Модель СМҮК (Cyan Magenta Yellow Key, причем Key означает черный цвет) является дальнейшим улучшением модели СМУ и уже четырехканальна. Поскольку реальные типографские краски имеют примеси, их цвет не совпадает в точности с теоретически рассчитанными голубым, желтым и пурпурным. Особенно трудно получить из этих красок черный цвет. Поэтому в модели СМҮК к триаде добавляют черный цвет. Почему-то в названии цветовой модели черный цвет зашифрован как К (от слова Кеу – ключ). Модель СМҮК является «эмпирической», в отличие от теоретических моделей СМҮ и RGB, и является аппаратно зависимой.

Основные цвета в субтрактивной модели отличаются от цветов аддитивной: Cyan – голубой, Magenta – пурпурный, Yellow – желтый. Так как при смешении всех вышеперечисленных цветов идеального черного не получится, то вводится еще один дополнительный цвет – черный, который позволяет добиваться большей глубины и используется при печати прочих черных (как, например, обычный текст) объектов.

Цвета в рассматриваемой цветовой модели были выбраны такими не случайно, а из-за того, что голубой поглощает лишь красный, пурпурный — зеленый, желтый — синий.

В отличие от аддитивной модели, где отсутствие цветовых составляющих образует черный цвет, в субтрактивной все наоборот: если нет отдельных компонентов, то цвет белый, если они все присутствуют, то образуется грязно-коричневый, который делается более темным при добавлении черной краски, которая используется для затемнения и других получаемых цветов. При смешивании отдельных цветовых составляющих можно получить следующие результаты.

**Голубой + Пурпурный = Синий** с оттенком фиолетового, который можно усилить, изменив пропорции смешиваемых цветов.

**Пурпурный + Желтый = Красный.** В зависимости от соотношения входящих в него составляющих он может быть преобразован в оранжевый или розовый.

**Желтый + Голубой = Зеленый**, который может быть преобразован при использовании тех же первичных цветов как в салатовый, так и в изумрудный.

Следует помнить, что если вы готовите изображение к печати, то следует все-таки работать с СМҮК, потому что в противном случае то, что вы увидите на мониторе, и то, что получите на бумаге, будет отличаться настолько сильно, что вся работа может пойти насмарку.

Модель СМҮК – это субтрактивная цветовая модель, которая описывает реальные красители, используемые в полиграфическом производстве.

## Цветовая модель Lab

Цветовая модель Lab была разработана Международной комиссией по освещению (CIE) в целях преодоления существенных недостатков вышеизложенных моделей, в частности, она призвана стать аппаратно независимой моделью и определять цвета без оглядки на особенности устройства (сканера, монитора, принтера, печатного станка и т. д.).

Такую модель предпочитают в основном профессионалы, так как она совмещает достоинства как CMYK, так и RGB, а именно обеспечивает доступ ко всем цветам, работая с достаточно большой скоростью.

На вопрос, почему же такой моделью пользуются в основном профессионалы, можно ответить лишь то, что она отличается несколько необычным и непривычным построением, и понять принцип ее действия порой несколько сложнее описанных ранее.

Построение цветов здесь, так же как и в RGB, базируется на слиянии трех каналов. На этом, правда, все сходство заканчивается.

Название модель получила от своих базовых компонентов L, *a* и *b*. Компонент L несет информацию о яркостях изображения, а компоненты *a* и *b* – о его цветах (т. е. *a* и *b* – хроматические компоненты). Компонент *a* изменяется от зеленого до красного, а *b* – от синего до желтого. Яркость в этой модели отделена от цвета, что удобно для регулирования контраста, резкости и т. д. Однако, будучи абстрактной и сильно математизированной, эта модель остается неудобной для практической работы.

Поскольку все цвтовые модели являются математическими, они легко конвертируются одна в другую по простым формулам. Такие конверторы встроены во все «приличные» графические программы.

#### Перцепционные цветовые модели

Для дизайнеров, художников и фотографов основным инструментом индикации и воспроизведения цвета служит глаз. Этот естественный инструмент обладает цветовым охватом, намного превышающим возможности любого технического устройства, будь то сканер, принтер или фотоэкспонирующее устройство вывода на пленку.

Как было показано ранее, используемые для описания технических устройств цветовые системы RGB и CMYK являются аппаратно-зависимыми. Это значит, что воспроизводимый или создаваемый с помощью них цвет определяется не только составляющими модели, но и зависит от характеристик устройства вывода.

Для устранения аппаратной зависимости был разработан ряд так называемых перцепционных (иначе — интуитивных) цветовых моделей. В их основу заложено раздельное определение яркости и цветности. Такой подход обеспечивает ряд преимуществ:

- позволяет обращаться с цветом на интуитивно понятном уровне;

 – значительно упрощает проблему согласования цветов, поскольку после установки значения яркости можно заняться настройкой цвета.

Прототипом всех цветовых моделей, использующих концепцию разделения яркости и цветности, является HSV-модель. К другим подобным системам относятся HSI, HSB, HSL и YUV. Общим для них является то, что цвет задается не в виде смеси трех основных цветов — красного, синего и зеленого, а определяется путем указания двух компонентов: цветности (цветового тона и насыщенности) и яркости.

## Черно-белый и полутоновый режим

Черно-белый режим. Это обычный черно-белый режим, который полностью лишен цвета, в нем есть только белый, черный и градации серого. Ничего особенно нового сказать о данной цветовой модели невозможно, так как она состоит из одного канала, который полностью соответствует изображению и выглядит как обычная черно-белая фотография.

Художники и разработчики программного обеспечения иногда называют этот режим монохромной графикой, растровой графикой или графикой с *однобитовым разрешением*.

Для отображения черно-белого изображения используются только два типа ячеек: черные и белые. Поэтому для запоминания каждого пиксела требуется только 1 бит памяти компьютера. Областям исходного изображения, имеющим промежуточные оттенки, назначаются черные или белые пикселы, поскольку других оттенков для этой модели не предусмотрено.

Этот режим можно использовать для работы с черно-белыми изображениями, полученными сканированием черно-белых черте-

жей и гравюр, а также иногда при выводе цветных изображений на черно-белую печать.

Полутоновый режим. Такой способ реализации изображения базируется на специфике восприятия изображения человеческим глазом, для которого область изображения, заполненная крупными точками, ассоциируется с более темными тонами и, наоборот, область, заполненная точками меньшего размера, воспринимается как более светлая. Режим Halftone поддерживается большинством принтеров.

Полутоновые изображения представляют собой однобитовые изображения с непрерывным тоном, которые реализуются с помощью конгломерата *movek* разного размера и формы.

### Плашечные цвета

В некоторых типах полиграфической продукции используются всего два-три цвета, которые печатаются смесовыми красками и называются плашечными цветами (spot colors). В частности, к такой продукции относятся бланки, визитки, приглашения, прайс-листы и прочая акцидентная продукция. Каждый плашечный цвет репродуцируется с помощью отдельной печатной формы (плашки).

Для осуществления печати такой продукции дизайнер должен представить в типографию отдельные полосы оригинал-макетов с плашками на каждый смесовый цвет и крестами приводки и приложить образцы цвета («выкраски») для каждой полосы.

Для того чтобы унифицировать использование таких цветов, создают цветовые библиотеки.

В частности, деятельность известной фирмы Pantone, которая является владельцем и разработчиком одноименной библиотеки, начиналась с того, что химик Лоуренс Герберт создал совокупность различных цветов, составляемых из восьми красок, и напечатал альбом этих цветов, каждый из которых имел свой номер. С тех пор эта идея получила самое широкое развитие, цветовые библиотеки используются в самых разных областях, и в первую очередь в компьютерной графике и полиграфии. Появилось множество других компаний, выпускающих другие стандартизированные библиотеки цветов (например, Trumatch swatching system, Focoltone colour system, Toyo 88 ColorFinder1050 System и ANPA-COLOR system и т. д.). Цветовой набор Process Color System Guide охватывает более 3000 цветов, получаемых при полиграфической печати, с рецептами процентного соотношения 16 базовых цветов для цветовой модели СМҮК.

## Кодирование цвета. Палитра

Для того чтобы компьютер имел возможность работать с цветными изображениями, необходимо представлять цвета в виде чисел – кодировать цвет. Способ кодирования зависит от цветовой модели и формата числовых данных в компьютере.

Графическая информация может быть представлена в виде аналоговой и дискретной форм.

Примером аналогового (непрерывного) изображения может служить живописное полотно, в котором цвет меняется непрерывно; в качестве дискретного изображения можно рассматривать картинку, распечатанную на принтере и состоящую из отдельных точек.

Графические изображения преобразуются из аналоговой (непрерывной) формы в цифровую (дискретную). Этот процесс можно сравнить с построением мозаики. Изображение разбивается на отдельные маленькие элементы (точки или пикселы), каждый из которых имеет свой цвет. Данный процесс называется **пространственной дискретизацией.** 

Дискретизация — это преобразование графической информации из аналоговой формы в дискретную, т.е. разбиение непрерывного графического изображения на отдельные элементы.

В результате пространственной дискретизации графическая информация представляется в виде растрового изображения. Растровое изображение состоит из определенного количества строк, каждая из которых содержит определенное количество точек (**пикселов**).

Пиксел — минимальный участок изображения, цвет которого можно задать независимым образом.

Качество изображения зависит от разрешающей способности.

**Разрешающая способность** растрового изображения определяется количеством точек по горизонтали и количеством точек по вертикали на единицу длины изображения. Чем меньше размер точки, тем больше разрешающая способность (больше строк растра и точек в строке) и, соответственно, выше качество изображения.

Величина разрешающей способности выражается в dpi (dot per inch — точек на дюйм), т.е. в количестве точек в полоске изображения длиной в 1 дюйм (1 дюйм = 2,54 см).

Оцифровка графических изображений с бумаги или пленок производится с помощью сканера. Сканирование производится путем перемещения светочувствительных элементов вдоль изображения. Характеристики сканера выражаются двумя числами, например 1200х2400 dpi. Первое число определяет количество светочувствительных элементов на одном дюйме полоски и является оптическим разрешением. Второе – является аппаратным разрешением и определяет количество микрошагов при перемещении на один дюйм вдоль изображения.

**Качество изображения** определяется разрешающей способностью монитора, т.е. количеством точек, из которых оно складывается. Чем больше разрешающая способность, т.е. чем больше количество строк растра и точек в строке, тем выше качество изображения.

В современных персональных компьютерах обычно используются три основные разрешающие способности экрана: 800 600; 1024×768; 1280×1024.

Цветное изображение на экране монитора формируется за счет смешивания трех базовых цветов: красного, зеленого и синего. Такая цветовая модель называется RGB-моделью по первым буквам английских названий цветов (Red, Green, Blue).

Для получения богатой палитры цветов базовым цветам могут быть заданы различные интенсивности.

Цветные изображения формируются в соответствии с двоичным кодом цвета каждой точки, хранящимся в видеопамяти. Цветные изображения могут иметь различную глубину цвета, которая задается количеством битов, используемым для кодирования цвета точки. Наиболее распространенными значениями глубины цвета являются 8, 16, 24 или 32 бита.

Каждый цвет можно рассматривать как возможное состояние точки.

Количество цветов *N* в палитре и количество информации для кодирования цвета каждой точки связаны между собой известной формулой:

$$N=2^{I}$$
,

где *I* – глубина цвета.

Количество информации, которое используется для кодирования цвета точки изображения, называется *глубиной* цвета.

Наиболее распространенными значениями глубины цвета являются значения из табл. 3.2.

Таблица 3.2

Глубина цвета <i>I</i> , бит	Количество цветов в палитре N	
4	24 = 16	
8	28 = 256	
16	216 = 65 536	
24	224 = 16 777 216	

### Значения глубины цвета

#### Качество кодирования изображения зависит:

1) от *частоты дискретизации*, т. е. размера фрагментов, на которые делится изображение. Качество кодирования изображения тем выше, чем меньше размер точки и, соответственно, большее количество точек составляет изображение;

2) *глубины кодирования*, т. е. количества цветов. Чем большее количество цветов, т. е. большее количество возможных состояний точки изображения используется, тем более качественно кодируется изображение (каждая точка несет большее количество информации). Совокупность используемых в наборе цветов образует **палитру** цветов.

Задача 1. Для кодирования изображения используется простейшая палитра из двух цветов: черного и белого. Для кодирования изображения, согласно формуле  $2 = 2^{I}$ , достаточно 1 бита информации для кодирования 1 точки изображения.

Для того чтобы на экране монитора формировалось изображение, информация о каждой его точке (код цвета точки) должна храниться в видеопамяти компьютера. Задача 2. Рассчитаем необходимый объем видеопамяти для одного из графических режимов, например с разрешением 800×600 точек и глубиной цвета 24 бита на точку.

Всего точек на экране:  $800 \cdot 600 = 480\ 000$ . Необходимый объем видеопамяти:

24 бит · 480 000 = 11 520 000 бит = 1 440 000 байт = = 1406,25 кбайт = 1,37 Мбайт.

Аналогично рассчитывается необходимый объем видеопамяти для других графических режимов.

В Windows предусмотрена возможность выбора графического режима и настройки параметров видеосистемы компьютера, включающей монитор и видеоадаптер.

В настоящее время достаточно распространенным является формат True Color, в котором каждая компонента представлена в виде байта, что дает 256 градаций для каждой компоненты:  $\mathbf{R} = 0...255$ ,  $\mathbf{G} = 0...255$ ,  $\mathbf{B} = 0...255$ . Количество цветов составляет 256 · 256 · 256 = 16,7 млн (2<sup>24</sup>).

Такой способ кодирования цветов можно назвать компонентным. В компьютере коды изображений **True Color** представляются в виде троек байтов либо упаковываются в длинное целое (четырехбайтное) — 32 бита.

При работе с изображениями в системах компьютерной графики часто приходится искать компромисс между качеством изображения (требуется как можно больше цветов) и ресурсами, необходимыми для хранения и воспроизведения изображения, исчисляемыми, например, объемом памяти (надо уменьшать количество бит на пиксел).

Кроме того, некоторое изображение само по себе может использовать ограниченное количество цветов. Например, для черчения может быть достаточно двух цветов, для человеческого лица важны оттенки розового, желтого, пурпурного, красного, зеленого; а для неба — оттенки голубого и серого. В этих случаях использование полноцветного кодирования цвета является избыточным.

При ограничении количества цветов используют **палитру**, представляющую набор цветов, важных для данного изображения. Палитру можно воспринимать как таблицу цветов. Палитра уста-

-104-

навливает взаимосвязь между кодом цвета и его компонентами в выбранной цветовой модели.

Компьютерные видеосистемы обычно предоставляют программисту возможность установить собственную палитру.

Каждый цвет изображения, использующего палитру, кодируется индексом, который будет определять номер строки в таблице палитры. Поэтому такой способ кодирования цвета называют индексным.

## Контрольные вопросы

- 1. Почему в отсутствие наблюдателя понятие цвета является неопределенным? Какие роли играет цвет в изображении?
- 2. В чем состоит субъективность восприятия цвета? Чем обусловлен феномен сумеречного зрения, состоящий в том, что в условиях недостаточной освещенности человек не воспринимает цвета предметов?
- 3. Почему в компьютерной графике приходится раздельно рассматривать излученный и отраженный свет?
- 4. Что представляет собой цветовое пространство?
- 5. Какое изображение называется штриховым? Может ли штриховое изображение быть хроматическим?
- 6. Сколько базовых цветов используется в монохромной модели? В чем состоит принципиальное отличие штрихового и монохромного изображений?
- 7. В чем заключается разница между аппаратно зависимой и перцептивной моделями цвета? По каким причинам в качестве базовых цветов аддитивной модели выбраны красный, зеленый и синий?
- 8. В чем состоят принципиальные достоинства и недостатки модели цвета RGB?
- 9. Каким образом выбраны спектральные распределения базовых световых потоков для перцептивной цветовой модели *XYZ*? Чем отличаются цветовые пространства RGB и *XYZ*? По каким причинам?
- 10. Почему в субтрактивной модели цвета неудобно применять в качестве базовых те же цвета, что и в аддитивной?

- 11. Что представляет собой обогащенный черный цвет? Для каких целей его применяют?
- 12. Каковы основные недостатки субтрактивной модели цвета?
- 13. Как цветность определяется по цветовому кругу?
- 14. Как устроено цветовое пространство HSB? В чем состоят основные недостатки модели цвета HSB?
- 15. Чем светлота отличается от яркости?
- 16. Каковы достоинства и недостатки модели цвета Lab?

# Тест

1. Выберите правильные утверждения:

а) цветовая модель СМҮК применяется для отраженного цвета;

б) цветовая модель RGB применяется для излученного цвета;

- в) цветовая модель RGB чаще применяется при печати изображений;
- г) цветовая модель СМҮК чаще применяется для просмотра изображений с монитора.

**2.** Какие значения интенсивностей цветовых компонент в цветовой модели СМҮК соответствуют белому цвету?

a) (100, 100, 100);

б) (100, 100, 100, 100); в) (255, 255, 255, 255); г) (0, 0, 0, 0);

д) (0, 0, 0).

**3.** Какие значения интенсивностей цветовых компонент в цветовой модели RGB соответствуют белому цвету?

a) (100, 100, 100); б) (255, 255, 255); в) (255, 255, 255, 255); г) (0, 0, 0, 0); д) (0, 0, 0).

**4.** Какому цвету в цветовой модели RGB соответствуют значения интенсивностей цветовых компонент (0, 0, 0)?

а) белому;

б) черному;

в) синему;

г) красному;

д) зеленому.

**5.** Перевод графического изображения из аналоговой формы в дискретную называется:

а) дискретизацией;

- б) формализацией;
- в) переадресацией;
- г) дискредитацией.

**6.** Моделью цветоделения, выступающей основной для современного полиграфического производства, является:

a) RGB;

- б) СМҮК;
- в) HSB;
- г) Lab.

**7.** Для хранения 256-цветного изображения на один пиксел требуется:

- а) 2 байта;
- б) 4 бита;
- в) 256 бит;
- г) 1 байт.

8. Укажите круг Освальда.



9. Укажите круг Гёте.



10. Что гласит первый закон Грассмана?

- а) цвет смеси зависит только от основных цветов;
- б) при непрерывном изменении излучения цвет смеси также непрерывно меняется;
- в) любой цвет выражается тремя составляющими, если они линейно независимы.

11. Что гласит второй закон Грассмана?

- а) цвет смеси зависит только от основных цветов;
- б) при непрерывном изменении излучения цвет смеси также непрерывно меняется;
- в) любой цвет выражается тремя составляющими, если они линейно независимы.

# 12. Что гласит третий закон Грассмана?

- а) цвет смеси зависит только от основных цветов;
- б) при непрерывном изменении излучения цвет смеси также непрерывно меняется;
- в) любой цвет выражается тремя составляющими, если они линейно независимы.

13. К аппаратно независимым цветовым моделям относятся:

- a) Lab;
- б) RGB;
- в) СМҮК;
г) HSB;

д) HLS.

14. К аппаратно зависимым цветовым моделям относятся:

- a) Lab;
- б)RGB;
- в) CMYK;
- г) HSV.

15. По принципу действия цветовые модели можно условно разделить на классы:

а) аддитивные;

б) субтрактивные;

в) перцепционные;

г) активные;

д) инвариантные.

16. Аддитивная цветовая модель основана:

- а) на сложении цветов;
- б) вычитании цветов;

в) восприятии.

17. Субтрактивная цветовая модель основана:

- а) на сложении цветов;
- б) на вычитании цветов;
- в) на восприятии.

18. Перцепционная цветовая модель основана:

а) на сложении цветов;

б) на вычитании цветов;

в) на восприятии.

19. Для субтрактивного изображения применяется цветовая модель:

- a) RGB;
- б) СМҮК;
- в) HSB.

20. Для аддитивного изображения применяется цветовая модель:

a) RGB;

б) СМҮК;

в) HSB.

21. Для перцепционного изображения применяется цветовая модель:

- a) RGB;
- б) СМҮК;
- в) HSB.

г) Lab.

22. В теории цвета к первичным цветам относят:

- а) красный;
- б) зеленый;
- в) синий;
- г) желтый;
- д) голубой.

23. В теории цвета к вторичным цветам относят:

- а) красный;
- б) зеленый;
- в) синий;
- г) желтый;
- д) голубой;
- е) пурпурный.

24. В теории цвета к базовым цветам относят:

- а) красный;
- б) зеленый;
- в) синий;
- г) желтый;
- д) голубой;
- е) пурпурный;
- ж) черный;
- з) белый.

### 25. Цветовой режим – это

- а) способ реализации определенной цветовой модели в рамках кон
  - кретной графической программы;
- б) цветовая палитра в изображении;
- в) цветовая модель.

26. Недостатки цветовой модели RGB:

- а) модель не обеспечивает доступа к более чем 16 млн цветов;
- б) не все цвета в этом режиме можно выводить на печать;

в) в режиме RGB не существует дополнительных цветов.

27. Положительными моментами модели RGB считается то, что а) эта модель обеспечивает доступ к более чем 16 млн цветов; б) все цвета, созданные в этом режиме, можно выводить на печать.

- **28.** Наибольшее влияние на количество памяти, занимаемой растровым изображением, оказывают следующие факторы:
- а) размер изображения;

б) битовая глубина цвета;

- в) формат файла, используемого для хранения изображения;
- г) разрешающая способность изображения.

**29.** Базовые цвета палитры HSB – это

- а) красный, зеленый, синий;
- б) палитра цветов формируется путем установки значений оттенка цвета, насыщенности и яркости;
- в) желтый, пурпурный, голубой;
- г) синий, желтый, красный.

30. Метод кодирования цвета в цветовой модели СМҮК, как правило, применяется:

- а) при кодировке изображений, выводимых на экран цветного дисплея;
- б) сканировании изображений;
- в) организации работы на печатающих устройствах.

31. Цветовыми компонентами модели СМҮК являются цвета:

- а) голубой, пурпурный, белый;
- б) голубой, пурпурный, желтый;
- в) желтый, белый, голубой.

**32.** Если смешать все три цвета модели СМУ с максимальной интенсивностью, то результатом будет:

- а) белый цвет;
- б) черный цвет;
- в) пурпурный цвет;
- г) желтый цвет.

**33.** Какое цветовоспроизведение характерно для отражающих объектов?

- а) субтрактивное;
- б) аддитивное;
- в) суммированное.

34. Для чего используется цветовая модель Laв?

- а) для описания реальных цветов и их воспроизведения на мониторе;
- б) для обработки изображений в качестве промежуточного цветово
  - го пространства;
- в) для распечатки изображений.

35. Компонента *L* модели Lab определяет:

- а) яркость изображения;
- б) разрешение избражения;
- в) цвет.

36. Компонента а модели Lab определяет:

- а) яркость изображения;
- б) разрешение избражения;

в) цвет.

37. Компонента *b* модели Lab определяет:

- а) яркость изображения;
- б) разрешение избражения;
- в) цвет.

38. Какие цвета относятся к хроматическим?

- а) все темные цвета;
- б) цвета спектра;
- в) черно-серо-белая гамма.

**39.** Основными компонентами модели HSB являются:

а) цветовой тон;

б) насыщенность;

в) яркость;

г) цвет.

**40.** Значение параметра модели HSB «цветовой тон» (Hue) зависит:

а) от положения на цветовом круге;

б) от положения в цветовом кубе;

в) от положения в цветовой пирамиде;

г) от положения в цветовом треугольнике.

**41.** Параметр модели HSB «насыщенность» (Saturation) определяет:

а) чистоту цвета;

б) частоту света;

в) код цвета;

г) затемненность цвета.

**42.** Если значение параметра «насыщенность» (Saturation) модели HSB равно 0 %, то:

а) цвет стал белым;

б) цвет стал черным;

в) цвет стал серым;

г) цвет не изменился.

43. Уменьшение яркости цвета в модели HSB означает:

а) зачернение цвета;

б) добавление белого цвета;

в) увеличение чистоты цвета.

**44.** К положительному моменту использования модели HSB можно отнести:

а) большой цветовой охват;

б) нет необходимости в преобразовании в модель RGB;

в) нет необходимости в преобразовании в модель СМҮК;

г) можно использовать для отображения на экране монитора.

**45.** К отрицательным моментам использования модели HSB можно отнести:

а) большой цветовой охват;

б) нельзя использовать для отображения на экране монитора;

в) нельзя использовать в полиграфии.

**46.** Сколько цветов можно кодировать с помощью 24 битов на пиксел?

a) 24;

- б) 192;
- в) 16 777 216;
- г) 4 294 967 296.

47. Глубина полутоновых изображений («оттенки серого») равна:

- а) 4 битам;
- б) 8 битам;
- в) 16 битам;
- г) 256 битам.

48. Глубина монохромных изображений равна:

- а) 1 биту;
- б) 1 байту;
- в) 2 битам;
- г) 2 байтам.

49. Глубина цвета изображений в модели RGB равна:

- а) 1 байту;
- б) 2 байтам;
- в) 3 байтам;
- г) 4 байтам.

50. Глубина цвета изображений в модели СМҮК равна:

- а) 1 байту;
- б) 2 байтам;
- в) 3 байтам;
- г) 4 байтам.

# Тема 4. РАСТРОВАЯ ГРАФИКА

### Учебные вопросы

- 1. Растровые представления изображений.
- 2. Виды растров.
- 3. Форматы растровых графических файлов.
- 4. Достоинства и недостатки растровой графики.
- 5. Средства для работы с растровой графикой.

### Изучив данную тему, студент должен

*иметь представление* о растре и правилах работы с ним; *знать*:

- понятие технического растра и цифрового изображения;
- виды графических редакторов, предназначенных для работы с растровой графикой;
- достоинства и недостатки растровых графических изображений; *уметь*:
- создавать графические изображения и производить обработку исходных фотографий;
- применять различные фильтры к исходным растровым изображениям и создавать коллаж из готовых фотографий.

владеть навыками работы с графическим редактором Adobe PhotoShop.

### Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

• изучить учебный материал по лекциям 7 и 8;

• акцентировать внимание на достоинствах и недостатках растровой графики;

- выполнить задание:
- практическая работа 1;
- практическая работа 2;
- практическая работа 3;
- практическая работа 4;
  - выполнить тест;
  - ответить на контрольные вопросы.

## Лекция 7. Общие сведения о растровом изображении

### Растровые представления изображений

Растровое изображение в компьютерной графике кодируется по принципу мозаики (рис. 4.1). Все оно разбивается на мелкие ячейки, каждая из которых получает усредненный по занимаемой площади цвет. Для простоты и скорости обработки разбивка производится так же, как в таблице: по горизонтальным строкам и вертикальным столбцам (именно поэтому растровые изображения всегда прямоугольные). При работе с изображением компьютер «запоминает» всю эту таблицу и цвет каждой ее ячейки. Таким образом, в растровых изображениях не существует объектов как таковых.

Компьютерное растровое изображение представляется в виде прямоугольной матрицы, каждая ячейка которой представлена цветной точкой.



Рис. 4.1. Представление растрового изображения

Основой **растрового** представления графики является **пиксел** (точка) с указанием ее цвета. **Пикселы** — цветовые точки, расположенные на правильной сетке и формирующие образ. **Техническим растром** является массив числовых значений, задающих цвета отдельных пикселов при отображении образа на отдельном устройстве вывода. Для обозначения числового значения в растровых данных, соответствующих цвету пиксела в изображении, на устройствах вывода используется термин «пиксельное значение». Термин bitmap используется для обозначения массива пикселов независимо от типа, а термин «битовая глубина» используется для указания размеров этих пикселов, выраженных в битах или байтах. При описании, например, красного эллипса на белом фоне необходимо указать цвет *каждой* точки эллипса и фона. Изображение представляется в виде большого количества точек – чем их больше, тем визуально качественнее изображение и больше размер файла. Таким образом, одна и та же картинка может быть представлена с лучшим или худшим качеством в соответствии с количеством точек на единицу длины – *разрешением* (обычно точек на дюйм – dpi или пикселов на дюйм – ppi).

Растровые изображения напоминают лист клетчатой бумаги, на котором любая клетка закрашена либо черным, либо белым цветом, образуя в совокупности рисунок. **Пиксел** — основной элемент растровых изображений. Именно из таких элементов состоит растровое изображение, т. е. растровая графика описывает изображения с использованием цветных точек (**пикселов**), расположенных на сетке.

Цифровое изображение — это совокупность пикселов. Каждый пиксел растрового изображения характеризуется координатами x и y и яркостью V(x, y) (для черно-белых изображений). Поскольку пикселы имеют дискретный характер, то их координаты — это дискретные величины, обычно целые или рациональные числа. В случае цветного изображения каждый пиксел характеризуется координатами x и y и тремя яркостями: яркостью красного, яркостью синего и яркостью зеленого цветов ( $V_R$ ,  $V_B$ ,  $V_G$ ). Комбинируя данные три цвета, можно получить большое количество различных оттенков.

Цвет любого пиксела растрового изображения запоминается с помощью комбинации битов. Чем больше битов для этого используется, тем больше оттенков цветов можно получить. Под градацию яркости обычно отводится 1 байт (256 градаций), причем 0 — черный цвет, а 255 — белый (максимальная интенсивность). В случае цветного изображения отводится по байту на градации яркостей всех трех цветов. Возможно кодирование градаций яркости другим количеством битов (4 или 12), но человеческий глаз способен различать только 8 бит градаций на каждый цвет, хотя специальная аппаратура может потребовать и более точной передачи цветов. Цвета, описываемые 24 битами, обеспечивают более 16 млн доступных цветов, и их часто называют естественными цветами. В цветовых палитрах каждый пиксел описан кодом. Поддерживается связь этого кода с таблицей цветов, состоящей из 256 ячеек. Разрядность каждой ячейки — 24 разряда. На выходе каждой ячейки по восемь разрядов для красного, зеленого и синего цветов.

Цветовое пространство, образуемое интенсивностями красного, зеленого и синего, представляют в виде цветового куба (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Цветовой куб

Вершины куба A, B, C являются максимальными интенсивностями зеленого, синего и красного соответственно, а треугольник, который они образуют, называется **треугольником Паскаля**. Периметр этого треугольника соответствует максимально насыщенным цветам. Цвет максимальной насыщенности содержит всегда только две компоненты. На отрезке *OD* находятся оттенки серого, причем точка *O* соответствует черному, а точка *D* – белому цвету.

При редактировании растровой графики вы редактируете **пиксе**лы, а не линии. Растровая графика зависит от разрешения, поскольку информация, описывающая изображение, прикреплена к сетке определенного размера. При редактировании растровой графики качество ее представления может измениться. Вывод растровой графики на устройства с более низким разрешением, чем разрешение самого изображения, понизит его качество.

Кроме того, качество характеризуется еще и количеством цветов и оттенков, которые может принимать каждая точка изображения. Чем большим количеством оттенков характеризуются изображе-

-118-

ния, тем большее количество разрядов требуется для их описания. Красный может быть цветом номер 001, а может и 00000001. Таким образом, чем качественнее изображение, тем больше размер файла.

Растровое представление обычно используют для изображений фотографического типа с большим количеством деталей или оттенков. К сожалению, масштабирование таких картинок в любую сторону обычно ухудшает качество. При уменьшении количества точек теряются мелкие детали и деформируются надписи (правда, это может быть не так заметно при уменьшении визуальных размеров самой картинки — т.е. сохранении разрешения). Добавление пикселов приводит к ухудшению резкости и яркости изображения, так как новым точкам приходится давать оттенки, средние между двумя и более граничащими цветами.

С помощью растровой графики можно отразить и передать всю гамму оттенков и тонких эффектов, присущих реальному изображению. Растровое изображение ближе к фотографии, оно позволяет более точно воспроизводить основные характеристики фотографии: освещенность, прозрачность и глубину резкости.

#### Виды растров

**Растр** – это порядок расположения точек (растровых элементов). На рис. 4.3 изображен растр, элементами которого являются квадраты, такой растр называется **прямоугольным**. Именно такие растры наиболее часто используются.



Рис. 4.3. Представление растра в виде квадратов

Хотя возможно использование в качестве растрового элемента фигуры другой формы: треугольника, шестиугольника; соответствующей следующим требованиям: все фигуры должны быть одинаковые;

- должны полностью покрывать плоскость.

Так, в качестве растрового элемента возможно использование равностороннего треугольника (рис. 4.4), правильного шестиугольника (гексаэдра) (рис. 4.5). Можно строить растры, используя неправильные многоугольники, но практический смысл в подобных растрах отсутствует.





Рис. 4.4. Треугольный растр Рис. 4.5. Гексагональный растр

Рассмотрим способы построения линий в прямоугольном и гексагональном растре.

В прямоугольном растре построение линии осуществляется двумя способами (рис. 4.6):

- 1) с помощью восьмисвязной линии соседние пикселы линии могут находиться в одном из восьми возможных положений. Недостаток — слишком тонкая линия при угле 45°;
- 2) с помощью четырехсвязной линии соседние пикселы линии могут находиться в одном из четырех возможных положений. Недостаток — избыточно толстая линия при угле 45°.



Рис. 4.6. Построение линии в прямоугольном растре: *а* – с помощью восьмисвязной линии; *б* – с помощью четырехсвязной линии

В гексагональном растре линии шестисвязные (рис. 4.7), такие линии более стабильны по ширине, т. е. дисперсия ширины линии меньше, чем в квадратном растре.



Рис. 4.7. Построение линии в гексагональном растре

Одним из способов оценки растра является передача по каналу связи кодированного, с учетом используемого растра, изображения с последующим восстановлением и визуальным анализом достигнутого качества. Экспериментально и математически доказано, что гексагональный растр лучше, так как обеспечивает наименьшее отклонение от оригинала. Но разница невелика.

Моделирование гексагонального растра. Возможно построение гексагонального растра на основе квадратного. Для этого шестиугольник представляют в виде прямоугольника.

Количество цветов (глубина цвета) — одна из важнейших характеристик растра.

Классифицируем изображения следующим образом:

- двухцветные (бинарные) 1 бит на пиксел, среди двухцветных чаще всего встречаются черно-белые изображения;
- полутоновые градации серого или иного цвета, например 256 градаций (1 байт на пиксел);
- цветные изображения от 2 бит на пиксел и выше. Глубина цвета 16 бит на пиксел (65 536 цветов) получила название High Color, 24 бит на пиксел (16,7 млн цветов) — True Color. В компьютерных графических системах используют и большую глубину цвета — 32, 48 и более бит на пиксел.

# Лекция 8. Растровые изображения и принципы работы с ними

#### Форматы растровых графических файлов

Форматы графических файлов определяют способ хранения информации в файле и форму хранения информации (используемый алгоритм сжатия).

В файлах растровых форматов запоминаются:

- размер изображения количество видеопикселов в рисунке по горизонтали и вертикали;
- битовая глубина число битов, используемых для хранения цвета одного видеопиксела;
- данные, описывающие рисунок (цвет каждого видеопиксела рисунка), а также некоторая дополнительная информация.

В файлах растровой графики разных форматов эти характеристики хранятся различными способами.

GIF — формат, использующий алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Максимальная глубина цвета — 8 бит (256 цветов). В нем также есть возможность записи анимации. Поддерживает прозрачность пикселов (двухуровневая — полная прозрачность либо полная непрозрачность). Данный формат широко применяется при создании Web-страниц. GIF-формат позволяет записывать изображение «через строчку», благодаря чему, имея только часть файла, можно увидеть изображение целиком, но с меньшим разрешением. Его выгодно применять для изображений с малым количеством цветов и резкими границами (например, для текстовых изображений).

**JPEG (JPG)** – формат, использующий алгоритм сжатия с потерями информации, который позволяет уменьшить размер файла в сотни раз. Глубина цвета – 24 бит. Не поддерживается прозрачность пикселов. При сильном сжатии в области резких границ появляются дефекты. Формат JPEG хорошо применять для сжатия полноцветных фотографий. Учитывая то, что при повторном сжатии происходит дальнейшее ухудшение качества, рекомендуется сохранять в JPEG только конечный результат работы. JPEG широко применяется при создании Web-страниц, а также для хранения больших коллекций фотографий. Сравнение GIF и JPEG:

- GIF-формат удобен при работе с рисованными картинками;
- JPEG-формат лучше использовать для хранения фотографий и изображений с большим количеством цветов;
- для создания анимации и изображений с прозрачным фоном применяется GIF-формат.

**ВМР** – это формат графического редактора Paint. В нем не применяется сжатие. Он хорошо подходит для хранения очень маленьких изображений, таких как иконки на рабочем столе. Большие же файлы в этом формате занимают слишком много места.

**PNG** – разработан с целью заменить формат GIF. Использует алгоритм сжатия Deflate без потерь информации (усовершенствованный LZW). Максимальная глубина цвета – 48 бит. Поддерживает каналы градиентных масок прозрачности (256 уровней прозрачности). PNG – относительно новый формат, и поэтому еще не очень распространен. В основном используется в Web-дизайне. К сожалению, даже в некоторых современных браузерах отсутствует поддержка прозрачности PNG и поэтому не рекомендуется использовать прозрачные PNG-изображения на Web-страницах.

**TIFF** — формат, специально разработанный для сканированных изображений. Может использовать алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Позволяет сохранять информацию о слоях, цветовых профилях (ICC-профилях) и каналах масок. Поддерживает все цветовые модели. Аппаратно независим. Используется в издательских системах, а также для переноса графической информации между различными платформами.

**PSD** – формат графического редактора Adobe PhotoShop. Использует алгоритм сжатия без потерь информации RLE. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Кроме этого, в связи с популярностью PhotoShop данный формат поддерживается практически всеми современными редакторами компьютерной графики. Его удобно использовать для сохранения промежуточного результата при работе в PhotoShop и других растровых редакторах.

**RIFF** – формат графического редактора Corel Painter. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Его следует использовать для сохранения промежуточного результата при работе в Painter.

### Достоинства и недостатки растровой графики

Файлы растровой графики занимают большое количество памяти компьютера. Некоторые картинки занимают большой объем памяти из-за большого количества пикселов, любой из которых занимает некоторую часть памяти. Наибольшее влияние на количество памяти, занимаемой растровым изображением, оказывают три факта:

- 1) размер изображения;
- 2) битовая глубина цвета;
- 3) формат файла, используемого для хранения изображения.

Существует прямая зависимость размера файла растрового изображения: чем больше в изображении пикселов, тем больше размер файла. Разрешающая способность изображения на величину файла никак не влияет и оказывает эффект на размер файла только при сканировании или редактировании изображений.

Связь между битовой глубиной и размером файла непосредственная. Чем больше битов используется в пикселе, тем больше будет файл. Размер файла растровой графики сильно зависит от формата, выбранного для хранения изображения. При прочих равных условиях, таких как размеры изображения и битовая глубина, существенное значение имеет схема сжатия изображения. Например, ВМР-файл имеет, как правило, большие размеры, по сравнению с файлами PCX и GIF, которые, в свою очередь, больше JPEG-файла.

Многие файлы изображений обладают собственными схемами сжатия, также могут содержать дополнительные данные краткого описания изображения для предварительного просмотра.

RLE (Run Length Encoding) — метод сжатия, заключающийся в поиске последовательностей одинаковых пикселов в точках растрового изображения («красный, красный, ..., красный» записывается как «N красных»).

LZW (Lempel-Ziv-Welch) — более сложный метод, ищет повторяющиеся фразы — одинаковые последовательности пикселов разного цвета. Каждой фразе ставится в соответствие некоторый код, при расшифровке файла код замещается исходной фразой. При сжатии файлов формата JPEG (с потерей качества) изображение разбивается на участки 8х8 пикселов, и в каждом участке их значение усредняется. Усредненное значение располагается в левом верхнем углу блока, остальное место занимается меньшими по яркости пикселами. Затем большинство пикселов обнуляются. При расшифровке нулевые пикселы получают одинаковый цвет. Затем к изображению применяется алгоритм Хаффмана. Алгоритм Хаффмана основан на теории вероятности. Сначала элементы изображения (пикселы) сортируются по частоте встречаемости. Затем из них строится кодовое дерево Хаффмана. Каждому элементу сопоставляется кодовое слово. При стремлении размера изображения к бесконечности достигается максимальность сжатия.

Таким образом, можно выделить достоинства и недостатки растровой графики.

Достоинства. Растровая графика эффективно представляет реальные образы. Реальный мир состоит из миллиардов мельчайших объектов, и человеческий глаз как раз приспособлен для восприятия огромного набора дискретных элементов, образующих предметы. На высшем уровне качества изображение выглядят вполне реально, подобно тому, как выглядят фотографии в сравнении с рисунками. Это верно только для очень детализированных изображений, обычно получаемых сканированием фотографий. Помимо естественного вида, растровые изображения имеют другие преимущества. Устройства вывода, такие как лазерные принтеры, для создания изображений используют наборы точек. Растровые изображения могут быть очень легко распечатаны на таких принтерах, потому что компьютерам легко управлять устройством вывода для представления отдельных пикселов с помощью точек.

**Недостатки.** Растровые изображения занимают большое количество памяти. Существует также проблема редактирования растровых изображений. Так как большие растровые изображения занимают значительные массивы памяти, то для обеспечения работы функций редактирования таких изображений потребляются также значительные массивы памяти и другие ресурсы компьютера.

# Средства для работы с растровой графикой в редакторе Adobe PhotoShop

В обширном классе программ для обработки растровой графики особое место занимает пакет PhotoShop компании Adobe. Графический редактор Adobe PhotoShop предназначен не для создания, а для обработки иллюстраций, работу с ним обычно начинают с загрузки (командой Файл – Открыть) или импорта готового изображения. *Импортом* называют ввод изображения, полученного сканером, цифровой фотокамерой или другим устройством ввода. Для импорта предназначена команда Файл – Импортировать.

Файл	Отвечает за операции, связанные с созданием, сохранением, открытием и закрытием файла
Редактирование	Отвечает за изменение размеров выбранных объектов, выполняет некоторые операции с цветом, шаг назад/ вперед
Образ	Отвечает за размер и цветовую коррекцию
Слои	Отвечает за работу со слоями
Выбор	Выполняет работу с выделением
Фильтр	Осуществляет работу с фильтрами
Вид	Вспомогательные элементы, необходимые при работе
Окна	Позволяет включить/выключить панели справа
Инфо	Отвечает за помощь

#### Основные элементы меню

Для работы с графическими изображениями необходимо знать основные параметры изображения, которые можно определить в диалоговом окне Размер изображения открывается командой Изображение – Размер изображения. К основным параметрам изображения относятся Ширина, Высота и Размер печатного оттиска. Экранные размеры связаны с физическими размерами параметров Разрешение.

Для создания нового файла используется команда **Файл – Новый**, в результате выполнения которой открывается диалоговое окно, где:

- 1) вносим имя файла (по умолчанию Untitled-1);
- 2) определяем размер:
- ширина (в пикселах, сантиметрах или точках);
- длина (в пикселах);

- разрешение (по умолчанию 72 pixels/inch);
- набора (например, 640 · 480; 800 · 600 px);
- режим либо *Grayscale* (черно-белый), либо RGB или CMYK (для показа в Интернете RGB, для печати CMYK);
- первоначальный фон документа (белый, цвет фона или прозрачность).





Цвет объекта складывается из трех составляющих: R – red – красный; G – green – зеленый; B – blue – синий

Цвет объекта складывается из четырех составляющих: С – суап – синий; М – magenta – пурпурный; Y – yellow – желтый; К – black – черный

Для работы с изображениями используется Панель инструментов. Особенностью панели является наличие *альтернативных инструментов*. Значки таких инструментов имеют специальную метку в виде маленького треугольника, при задержке на котором указателем мыши появляется линейка с дополнительными инструментами. Основные инструменты объединены в группы.

### 1. Инструменты для работы с объектами:

- Область и Лассо позволяют выделять области изображения;
- Перемещение позволяет передвигать выделенные области и копировать их;
- Волшебная палочка служит для автоматического выделения области по признаку цветового подобия.

#### 2. Инструменты, предназначенные для рисования:

- Аэрограф, Кисть, Карандаш и Ластик традиционные инструменты;
- Штамп применяют для операции набивки, с помощью которой удобно восстанавливать поврежденные элементы рисунка, копируя небольшие части изображения с неповрежденных участков;

- Палец имитирует сдвиг сырой краски и используется для операции *размывка*.
  - 3. Инструменты с альтернативным выбором:
- **Размытие/Резкость** позволяют управлять резкостью отдельных участков;
- Осветитель/Затемнитель/Губка служат для местной регулировки яркости и цветовой насыщенности.

# 4. Инструменты, предназначенные для создания новых объектов:

- Перо предназначено для создания и редактирования плавных криволинейных контуров;
- Текст предназначен для выполнения надписи;
- Линия предназначена для рисования отрезков прямых;
- Заливка и Градиент служат для заливки выделенных участков одним из основных цветов или с плавным переходом между цветами;
- Пипетка позволяет точно выбрать цвет (задание цвета по образцу). 5. Инструменты управления просмотром:
- **Масштаб** позволяет работать с увеличенными фрагментами рисунка;
- Рука используется для перемещения рисунка, выходящего за пределы окна программы.



Рис. 4.1. Панель инструментов в PhotoShop

При работе с растровыми редакторами используются диалоговые окна особого вида, называемые *палитрами*. Палитры служат для настройки действия основных инструментов и операций с изображением и его файлом и имеют некоторые общие элементы управления.

Некоторые палитры имеют командные кнопки, раскрывающиеся списки, поля ввода и другие элементы управления. Их назначение поясняет всплывающая подсказка, которая возникает, если задержать указатель мыши над интересующим элементом. Палитры можно перемещать на экране обычным перетаскиванием с помощью мыши и монтировать новые.

Палитра **Кисти** является одной из основных, она относится ко всем инструментам, предназначенным для редактирования. Эта палитра позволяет настроить зону действия текущего инструмента, поэтому данную палитру чаще всего располагают в наиболее удобном месте.

Вход в режим редактирования кисти выполняют двойным щелчком на ее изображении в палитре. Щелчок при нажатой клавише **Ctrl** уничтожает кисть. Двойной щелчок на свободном месте палитры открывает диалоговое окно формирования новой кисти.

Для редактирования свойств текущего инструмента служит палитра **Параметры**. Ее можно открыть двойным щелчком на значке инструмента в панели инструментов. Состав элементов управления палитры зависит от того, какой инструмент выбран в данный момент.

Палитра **Инфо** служит для информационных целей. В ней отображаются текущие координаты указателя мыши в заданных единицах измерения, размер текущей выделенной области, цветовые палитры точки и т. д.

Палитра цвета Swatches служит для назначения цветов фона и переднего плана, а также для их редактирования в различных цветовых моделях (RGB, CMYK, HSB)



# Палитра Layers

Normal: режим отображения слоя.

*Opacity*: 100 % – абсолютная непрозрачность, 0 % – слой будет не виден.

Далее сами слои – каждый в своей строке. Слой *Background* – слой основного фона.

Активный слой — тот, с которым работаем в данный момент. Активным может быть только один слой.

#### Палитра истории

Служит для отображения последних произведенных действий. Нажав на любое из предыдущих действий, можно вернуться в «прошлое», т. е. к исходному состоянию.

#### Палитра каналов

	Paths `
😰 🎦 RGB	c
😰 👫 Red	c
😰 🎦 Green	c
😰 🔚 Blue	c

Файл в своем исходном состоянии имеет четыре или пять каналов. Если файл создан в режиме RGB, то канал 1 соответствует R (красному цвету), канал 2 – G (зеленому цвету), канал 3 – В (синему цвету). Четвертый канал – канал составляющего цвета. Каждый из

них может быть отключен/включен из видимости нажатием на 😨 на палитре *Channels*.

Соответственно, для системы СМҮК в палитре *Channels* будут указаны пять каналов: С, М, Ү и К.

#### Палитра контуров

(*Paths*) предназначена для работы с контурами. В палитре *Paths* контур представлен под именем *Work Pat*, который нужно переименовать.

Layers	0	annels	P	aths
Pa	ith 1			
<b>~</b> **	ork Fs	nth		
	0	0	70N	



His	story Actions
	👌 Paint Bucket
	🖺 Set Character Style
	🖺 Set Character Style
	Set Character Style

# Практическая работа 1 Создание рекламного плаката средствами растровой графики

**Цель:** знакомство с основными инструментами, используемыми для перемещения выделенного фрагмента, для обработки изображения и выполнения различной структуры заливки.

## Задание

1. Загрузите графический редактор Adobe PhotoShop.

**2.** Поработайте с инструментами движения выделенного объекта или слоя, для этого:

1) откройте исходное изображение



- 2) выберите инструмент Волшебная палочка 🦉 🖓 Инструмент "Выстроке выделение" и и выделите цветной квадрат;
- 3) с помощью инструмента тр переместите его так, чтобы построить пирамиду из квадратов;
- 4) выполните команду **Выделение Отменить выделение** и повторите эти действия с каждым из квадратов;
- 5) сохраните новый рисунок на диске.

3. Задайте градиентную заливку изображению, для этого:

- с помощью инструментов выделения выделите область, для которой будет выполнена заливка;
- 2) выберите инструмент градиентной заливки 🛄;
- при нажатой левой клавише мыши проведите курсор через всю выделенную область (как бы перечеркните выделенную область в направлении заливки). После того как вы отпустите левую клавишу, выделенная область будет заполнена градиентной заливкой.

Параметры градиента можно менять в дополнительном окне, которое появляется на вашем экране после того, как вы выберете инструмент градиентной заливки.

plansing and philosophic and the University of the	*=
Цвег Образцы	
	-
G a	0
B	0
	-
Коррекция Стили	
Коррекция Стили Добавить корректировку	*
Коррекция Стили Добавить корректировку - собавить в РИ РО	<b>.</b>
Коррекция Столи Добавить корректировку Э́с Ше БЕ 🖭 💟	* <b>=</b>
Коррекция Столи Добавить корректировку ஜ். ம்ம 1921 💟 💟	Ŧ
Коррекция Столи Добавить корректировку - ※ Ше 55 22 V - Перектировку - Меректировку - Меректировку - Перектировку - Перектиро	₹
Коррекция Стили Добавить корректировку	•= 
Коррекция Стлли Добавить корректировку	•    •    •
Коррекция Стяли Добазить корректировку	+ 

**4.** Поработайте с инструментами для смазывания границ и смазывания по траектории, для этого:

1) откройте любую фотографию;

2) примените инструмент Размытие



зывания границ изображения и инструмент Палец. На рисунке отображен пример исходного и полученного изображений;





3) сохраните новое изображение.

5. Поработайте с инструментами для увеличения и уменьшения яркости изображения:

1) откройте любую фотографию;

2) примените инструмент



увеличения яр-

кости изображения (кошка) и инструмент уменьшения яркости изображения (фон). На рисунке отображен пример исходного и полученного изображений;





3) сохраните полученное изображение на диске.

6. Создайте рекламный щит, для этого:

1) создайте новое изображение, выполнив команду Файл – Создать.

В открывшемся окне задайте имя нового файла и его размеры;

			H	ювый			1
	Имя:	Без имени	1			ОК	_
Набор:	Буфер обмена		~			Отмена	
	Размер:				~	Сохранить набор параметров	
	Ширина:	598	Пиксел	ы	~	Удалить набор	
Высота:		31	1 Пикселы 🗸		~		
	Разрешение:	72	Пиксел	ы/дюйм	~		
Разрешение Цветовой режим		Цвета RGB 🗸 8 бит		~			
Содержимое фона: Белый					~	Размер изображения:	
🙁 Допол	нительно					54,3K	
Цветовой профиль: Рабочее пространство RGB: sRGB IEC619 🗸			619 🗸				
Попиксель	ная пропорция:	Квадратные пикселы			*		

- поместите на холст изображения, которые будут лежать в основе композиции вашего рекламного щита;
- 3) добавьте на холст рекламный слоган. На рисунке изображен пример рекламного щита.



**7.** В новом файле с помощью операций рисования фигур и операций заливки создайте рекламный щит по следующим вариантам:

№ вари-	Тема инливилуального залания				
анта	тема индивидуального задания				
1	Туристическое агентство				
2	Выставка – подводный мир				
3	Выставка картин				
4	Берегите природу				
5	Журнал «Галактика»				
6	Китайский ресторан				
7	Цирк				
8	Реклама мороженого				
9	Клуб «Лунная ночь»				
10	Реклама кофе				
11	Автомобильный салон				
12	Зеленый мир				
13	Мир хищных птиц				
14	Морские путешествия				
15	День знаний				
16	Напиток «Мексика»				
17	Реклама сотовой связи				
18	Магазин «Детский мир»				
19	Мебельный салон				
20	Мотогонки в пустыне				

8. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

9. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- С помощью каких инструментов можно выполнить выделение фрагментов изображения?
- Какие инструменты предназначены для перемещения выделенных объектов?
- Какие инструменты служат для выполнения заливки изображения?
- Как выполнить размытие изображения?
- С помощью каких инструментов можно изменить освещение изображения?

10. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 2 Фотомонтаж при работе со слоями

Цель: знакомство с возможностями редактора Adobe PhotoShop по работе со слоями.

# Задание

1. Загрузите графический редактор Adobe PhotoShop.

**2.** Поработайте с фотографиями для создания фотомонтажа. Необходимо изображение с одной фотографии переместить на другую, соблюдая масштабирование. Для этого загрузите две фотографии.



3. С помощью инструмента выделения Лассо У Инструмент Паксої Ц Инструмент Паксої Ц Инструмент Таксої Ц Инструмент Таксої Ц В новое окно.

**4.** С использованием **Ластика** или **Кисти** очистите изображение медведей.

**5.** Отделите фигуры медведей от фона с помощью **Волшебной па**лочки и операции **Выделение – Инверсия**.

**6.** Откройте картинку с новогодней деревней и вклейте изображение медведей на новый слой, расположив их идущими к снеговику на праздник.

7. Измените масштаб медведей, чтобы они корректно смотрелись на фотографии, для этого выполните трансформацию изображения в слое – уменьшите фигуры с помощью элемента меню Редактирование – Свободное трансформирование или Редактирование – Трансформирование – Масштабирование. Для завершения трансформации нажмите клавишу Enter.

**8.** Выполните слияние слоев, выполнив команду Слои – Объединить видимые.



9. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

**10.** Восстановите реалистичность пейзажа, на котором из-за дефектов пленки или неправильности сканирования практически отсутствует изображение неба. Для этого воспользуйтесь готовой фотографией неба.



11. Загрузите фотографию, на которой отсутствует часть изображения (небо). Выделите инструментом Волшебная палочка белое небо и удалите его (нажав Delete).

**12.** Щелкните мышью по прозрачной области и выполните команду **Выделение – Инверсия**.

13. Выполните команду Редактирование – Копировать.

14. Загрузите фотографию неба и выполните команду Редактирование – Вставить. Используя инструмент Перемещение, выровняйте фотографию.

15. Выполните слияние видимых слоев.



16. Настройте яркость, контраст и баланс цветов в меню Изображение — Коррекция — Яркость/Контрастность и Изображение — Коррекция — Цветовой баланс.

17. Сохраните изображение.

18. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

**19.** Создайте коллаж из предложенных изображений, применив соответствующие эффекты слоя:

• для фона примените фильтр Размытие – Радиальное размытие;



• в отдельных окнах откройте исходные изображения,



отделите их от фона и поместите на фоновое изображение;

- добавьте надпись на полученное изображение и произведите склеивание слоев;
- продемонстрируйте итоговое изображение преподавателю.



20. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- С помощью каких инструментов можно выполнить выделение фрагментов изображения?
- Как выполнить изменение масштаба фигуры для корректного изображения ее на фоне другой фотографии?
- Какие инструменты служат для слияния слоев изображения?

21. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 3 Работа с текстом растрового изображения

**Цель:** овладение приемами создания многослойных текстовых изображений, используя инструменты «Текст» и «Текст-маска».

#### Задание

1. Загрузите графический редактор Adobe PhotoShop.

- 2. Создайте надпись, выдавленную из фона. Для этого:
- 1) создайте фоновое изображение, используя инструменты Карандаш, Кисть и Заливка;
- создайте копию текущего слоя, выполнив команду контекстного меню Создать дубликат слоя;
- 3) в новом слое создайте надпись инструментом

подберите размер и название шрифта так, чтобы текст располагался на большей части фонового изображения;

- выберите вкладку Слои, поместите копию фона поверх текстового слоя;
- 5) подведите курсор мыши точно к границе слоев: копия фона и текст. Нажмите клавишу Alt для группировки слоев. В ходе выполненных действий палитра будет выглядеть как на рисунке



6) выберите текущим текстовый слой и примените к нему эффект:

# Слои – Стиль слоя – Тиснение;

- 7) выполните слияние видимых слоев;
- 8) продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.



3. Создайте надпись из вдавленного фона. Для этого:

- создайте фоновое изображение и заполните его цветом. Напишите какой-нибудь текст;
- 2) выделите надпись, используя инструмент Волшебная палочка. Для выделения всей надписи используйте нажатие клавиши Shift;
- 3) создайте новый слой;
- 4) сохраните выделение: Выделение Сохранить выделенную область;
- 5) сдвиньте выделение на 2 пиксела вниз и 2 пиксела вправо. Используйте кнопки со стрелками на клавиатуре (при каждом нажатии выделение сдвигается на один пиксел);



- 6) заполните выделение белым цветом;
- 7) сдвиньте выделение вверх на 4 пиксела и влево на 4 пиксела;
- 8) заполните выделение черным цветом;
- 9) загрузите первоначальное выделение с помощью команды Выделение Загрузить выделенную область;

	Загрузить выделенную	0 06	бласт	гь	
Источник				ОК	_
Документ:	Без имени-1		•	Отмена	
Канал:	Прозрачность ТЕКСТ	•	~		
	Прозрачность ТЕКСТ				
Операция	11111 11111		ĥ		
• Новая вы	11111	_	-11		
О Добавить	» к выделенной области 1е из выделенной области				
О Пересеч	ение с выделенной областью				

-140-

- 10) создайте новый слой и заполните его фоновым цветом рисунка;
- 11)уберите выделение с помощью команды Выделение Отменить выделение;



12) измените цвет букв, для этого сделайте второй слой активным, выберите команду **Изображение – Коррекция – Заменить цвет**;



- 13) продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.
- **4.** Создайте изображение, отбрасывающее тень, которая придает плоскому изображению эффект объемности. Для этого:
- 1) создайте новый документ размером 300×300 (пикселов) с прозрачным фоном. Выполните заливку фона любым цветом;
- 2) с помощью инструмента **Т** создайте текст любого вида и любого цвета (лучше темного оттенка);
- примените эффект отбрасываемой тени, используя команду Слои
  Стиль слоя Тень;
- примените к тексту эффект объема для усиления иллюзии трехмерности изображения, используя команды Слои – Стиль слоя – Тиснение и Слои – Стиль слоя – Обводка:



- 5) примените к фоновому слою фильтр: Фильтр Текстура Текстури ризатор;
- 6) продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.



**5.** Создайте изображение, отбрасывающее тень на бумагу, для придания плоскому изображению эффекта объемности, что создаст эффект картонной обложки с отпечатанным листом под ней. Для этого:

- 1) создайте новый документ, в котором создайте новый слой 1 и заполните его подходящим цветом;
- 2) инструментом 📰 Горизонтальная текст-маска создайте выделение надписи;
- 3) удалите (вырежьте) текст с помощью клавиши Delete;
- 4) отмените выделение;
- 5) примените к этому слою эффект отбрасываемой тени, выполнив команду Слои Стиль слоя Тень;
- 6) примените к слою фильтр Фильтр Текстура Текстуризатор для усиления иллюзии трехмерности вырезанного текста;
- 7) создайте новый слой 2, залейте его белым цветом, напишите любой текст мелким шрифтом с помощью инструмента **Т** Горизонтальный текст;
- 8) в палитре слоев поменяйте местами созданные слои, расположив слой 1 поверх слоя 2;
- 9) объедините слои и продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.



6. Создайте изображение, отбрасывающее тень на пол. Для этого: 1) создайте новый документ и с помощью инструмента **Т** напишите текст любого вида и любого цвета:

- 2) скопируйте текстовый слой, выполнив команду Слои Создать дубликат слоя;
- выполните размывку скопированного изображения слоя, применив к нему фильтр: Фильтр Размытие Размытие по Гауссу (ко-эффициент 3);

 сделайте его более прозрачным, изменив степень непрозрачности в закладке Layers на 58, и выполните команду искажения: Редактирование – Трансформирование – Искажение;



5) измените угол падения тени с помощью команды Редактирование

## - Трансформирование - Наклон;

6) объедините слои и продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.



**7.** Создайте изображение, отбрасывающее солнечную тень. Для этого:

1) создайте новый документ и залейте фон произвольным цветом;

- 2) с помощью инструмента **Т** создайте текст небольшого размера темного цвета и расположите его по центру в верхней части листа;
- 3) сделайте копию слоя, выполнив команду Слои Создать дубликат слоя;
- 4) Поверните новый слой на 180°, выполнив команду Редактирование – Трансформирование – Отразить по вертикали;
- 5) выделите буквы с использованием инструмента Волшебная палочка и нажатой клавиши Enter и измените их цвет на черный;
- 6) инструментом 🛌 Перемещение совместите основания букв;



- создайте эффект расширения тени на ближнем плане, используя команду Редактирование – Трансформирование – Перспектива, нажмите клавишу Enter для завершения;
- сделайте тень более слабой ближе к переднему плану, выполнив создание маски. Мышью потяните название слоя на кнопку Добавить векторную маску;



- 9) установите черно-белый выбор цвета и создайте вертикальный градиент с переходом от черного к белому, немного выйдя за нижний край букв, используя инструмент **П Градиент**;
- 10)соедините слои и продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.



8. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- С помощью каких инструментов можно выполнить создание текстового сообщения?
- Какие эффекты можно добавлять к текстовому слою?
- Какими инструментами нужно воспользоваться для придания тени изображению?
- С какой целью к изображению применяют фильтрацию?
- Для чего применяют векторную маску при работе с изображениями?

9. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:
- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 4 Игры с фотографией

Цель: овладение приемами работы с фотографическими изображениями, представляя их различными способами оформления (карандашный рисунок или плакатная живопись, граффити или комикс).

### Задание

**1.** Сымитируйте карандашный рисунок своей фотографии. Для этого:

1) откройте свою фотографию и скопируйте фоновый слой, выполнив команду Слои – Создать дубликат слоя;

2) воспользуйтесь одним из предложенных способов:

I. Выполните команду **Изображение – Коррекция – Порог.** Перемещая движок, найдите приемлемое изображение (например, ко-эффициент 85).



II. Установите черный цвет – для основного цвета, и белый – для цвета фона . Затем примените фильтр «Графический карандаш», используя команду Фильтр – Эскиз – Тушь, установив настройки по своему вкусу.



III. Установите черный цвет – для основного цвета, и белый – для цвета фона. Затем примените фильтр «Печать», используя команду **Фильтр – Эскиз – Рельеф**, установив настройки по своему вкусу.



2. Сохраните изображение и продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

3. Сымитируйте живописный рисунок своей фотографии, превратив ее в плакат. Для этого:

- 1) откройте свою фотографию. Скопируйте фоновый слой;
- 2) выполните команду Изображение Коррекция Порог;
- удалите фоновый слой с фотографией, используя значок панели слоев;
- 4) выполните команду **Выделение Цветовой диапазон...** (например, коэффициент объема 107).
- 5) удалите белый цвет, нажав на клавишу Delete;
- 6) создайте новый слой и переместите его под слой с изображением;
- используя карандаш, раскрасьте картинку как в детском садике, выбрав 3–4 цвета. Обязательно – карандашом, чтобы не было оттенков. Выбирайте только разные по диаметру наконечники: широкие – для больших площадей, маленькие – для мелких деталей.
   соедините слои.

4. Сохраните изображение и продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

**5.** Превратите хорошую цветную фотографию в граффити. Для этого воспользуйтесь одним из предложенных способов.

# I способ:

1) откройте свою фотографию и скопируйте фоновый слой, выполнив команду Слои – Создать дубликат слоя;

- 2) из меню выберите команду Изображение Коррекция Пастеризация, применив коэффициент уровней 2;
- 3) удалите фоновый слой с фотографией и установите на панели инструментов цвет переднего плана белый, цвет фона черный
- 4) выполните команду **Выделение Цветовой диапазон...**; щелкните по белому цвету и нажмите **ОК**;
- 5) залейте выделенную часть телесным цветом #E6CCB1 (введите номер цвета в Color Picker, который загружается двойным щелч-ком мыши по цвету фона);



- 6) используя карандаш , раскрасьте картинку дополнительно по своему желанию, добавив белый цвет для белков глаз и зубов (обязательно карандашом, чтобы не было оттенков);
- 7) снимите выделение;
- 8) примените фильтр «Кирпичная стена»: Фильтр Текстура Текстуризатор (кирпич);
- 9) сохраните изображение.



# II способ:

- 1) откройте свою фотографию, скопируйте фоновый слой;
- выполните команду Изображение Коррекция Порог...; перемещая движок, найдите приемлемое изображение (например, коэффициент 85);
- удалите фоновый слой с фотографией, установите на панели инструментов цвет переднего плана – белый, цвет фона – черный;
- 4) выполните команду **Выделение Цветовой диапазон...** (например, коэффициент объема 107); удалите белый цвет, нажав на клавишу **Delete**;
- 5) создайте новый слой и переместите его под слой с изображением;
- 6) используя карандаш, раскрасьте картинку и примените команду Фильтр – Текстура – Текстуризатор (кирпич);
- 7) сохраните изображение.

6. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

**7.** Создайте комикс на основе исходного изображения. Для этого: 1) откройте фотографию и скопируйте фоновый слой;

 примените команду Фильтр – Имитация – Очерченные края с нулевыми параметрами;

Очерченные края	~
<u>Т</u> олщина краев	0
- Интенсивность	0
– Постеризация	٦

- 3) добавьте немного контрастности, выполнив команду Изображение – Коррекция – Яркость/Контрастность;
- добавьте немного резкости, используя команду Фильтр Усиление резкости Усиление резкости;

<u>Я</u> ркость:	0
<u>К</u> онтрастность:	+21

- 5) добавьте текстуру бумаги, для этого примените команду Фильтр
  - Текстура Текстуризатор (холст);
- 6) создайте новый слой;

- 7) используя инструмент овал , и специальные кисточки , создайте комментарии к рисунку;
- 8) выполните слияние всех слоев и сохраните изображение.



- 8. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.
- 9. Превратите фотографию в карикатуру. Для этого:
- 1) откройте фотографию, из которой будет создаваться карикатура;
- выполните команду Фильтр Пластика и, используя основные инструменты окна для искажения, измените фотографию (согласно замыслу);
- 3) нажмите **ОК** по окончании работы по созданию карикатуры и сохраните полученное изображение.



10. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

11. Сымитируйте эффект разбитого зеркала. Для этого:

1) откройте свою фотографию и создайте новый слой;

2) инструментом **У**. Прямолинейное лассо сделайте сетку там, где пройдут разломы, разбивая картинку на секторы;



3) заполните секторы белым цветом, выполнив команду Редактирование — Выполнить заливку (Основной цвет);



- 4) инвертируйте выделение, выполнив команду Выделение Инверсия, и заполните эти секторы черным цветом, выполнив команду Редактирование – Выполнить заливку (Цвет фона);
- 5) сохраните этот шаблон под любым именем, но в формате программы (\*.PSD); удалите слой, содержащий шаблон;
- 6) примените к фоновому слою фильтр смещения Фильтр Искажение
   Смещение, установив следующие параметры,

Масштаб по горизонтали	4	ОК
Масштаб по вертикали	4	Отмена
Схема искривления: Растянуть Мозаика		
Неопределенные области: О Вставить отсеченные фрагменты Повторить граничные пикселы		

после нажатия **ОК** откроется окно выбора карты смещения. Укажите на свой шаблон;

7) добавьте рамку, которая может усилить эффект. Для этого создайте новый слой и, используя инструмент выделения, выделите прямоугольную область. При нажатой клавише Alt выделите прямоугольную область меньшего размера, расположенную внутри первого выделения. Залейте выделенную рамку любым цветом;

- 8) снимите выделение;
- 9) доработайте создание рамки, применив следующие эффекты: Слои – Стиль слоя – Внутреннее свечение и Слои – Стиль слоя – Внутренняя тень;

10) выполните слияние слоев и сохраните изображение.



12. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

13. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- Как можно фотографию превратить в рисунок, выполненный карандашами?
- Какие эффекты можно применять к фотографии для создания плакатной живописи или граффити?
- Для чего используется команда Выделение Цветовой диапазон?
- С какой целью применяется команда Фильтр Пластика?
- Как из обычной фотографии сделать комикс?

14. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Контрольные вопросы

- 1. Что является основой растрового представления графики?
- 2. Что называют техническим растром?
- 3. Для чего используется растровое представление данных?
- Каковы основные способы классификации растровых изображений?
- 5. Что определяют форматы графических файлов?
- 6. Что запоминается в файлах растровых форматов?
- Какие основные форматы сжатия растровых изображений вы знаете? Дайте им краткую характеристику.
- 8. Каковы достоинства растровой графики?
- 9. Что относят к недостаткам растровой графики?
- 10. Какие графические растровые редакторы вы знаете?
- 11. Как осуществляется обработка растрового изображения?
- 12. Каково назначение панели инструментов для обработки исходного изображения?
- 13. Для чего предназначены палитры растрового редактора? Перечислите основные палитры и опишите их назначение.

## Тест

- 1. Растровую графику применяют:
- а) при разработке электронных и полиграфических изданий;
- б) в развлекательных программах;
- в) в оформительских работах, основанных на применении шрифтов и геометрических элементов.

**2.** Элементарным объектом, используемым в растровом графическом редакторе, является:

- а) точка (пиксел);
- б) объект (прямоугольник, круг и т.д.);
- в) палитра цветов;
- г) знакоместо (символ).

3. Растровые изображения формируются:

- а) из линий;
- б) окружностей;

- в) прямоугольников;
- г) пикселов.
  - 4. Растровая графика используется:
- а) для создания художественных композиций;
- б) оформительских работ;
- в) проектно-конструкторских работ;
- г) создания полиграфических изданий.

5. Что такое растр?

- а) Диапазон цветов, который можно воспроизвести с помощью устройства вывода;
- б) матрица ячеек или пикселов;
- в) способ разделения цветового оттенка на составляющие компоненты.

**6.** Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется:

- а) прямолинейной;
- б) фрактальной;
- в) векторной;

г) растровой.

**7.** Деформация изображения при изменении размера рисунка — один из недостатков:

- а) векторной графики;
- б) растровой графики;
- в) фрактальной графики.

**8.** Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется:

- а) растровой;
- б)точечной;
- в) прямолинейной.

9. Единичным элементом растровой картины называется:

- а) растр;
- б) пиксел;
- в) фрактал.

- 10. К геометрическим характеристикам растра относятся:
- а) размер растра и форма пикселов;
- б) форма пикселов и глубина цвета;
- в) размер растра, форма пикселов и глубина цвета.

11. Растровое изображение представляется в памяти компьютера в виде:

- а) графических примитивов и описывающих их формул;
- б) последовательности расположения и цвета каждого пиксела;
- в) математических формул, содержащихся в программе;
- г) параметров графических примитивов.

12. Размер растра определяется:

- а) особенностями устройств графического вывода;
- б) измеряется количеством пикселов по горизонтали и вертикали;
- в) количеством пикселов на 1 бит или байт, в зависимости от того, цветное или полутоновое изображение подлежит обработке.

13. Компьютерное растровое изображение представляется в виде:

- а) прямоугольной матрицы, каждая ячейка которой представлена цветной линией;
- б) треугольной матрицы, каждая ячейка которой представлена цветной точкой;
- в) прямоугольной матрицы, каждая ячейка которой представлена цветной точкой;
- г) треугольной матрицы, каждая ячейка которой представлена цветной линией.

14. Растровая графика зависит:

- а) от цвета;
- б) разрешения;
- в) битовой глубины;
- г) размера изображения.

15. В прямоугольном растре построение линии осуществляется двумя способами:

- а) с помощью шестисвязной линии;
- б) с помощью четырехсвязной линии;
- в) с помощью восьмисвязной линии;
- г) с помощью двухсвязной линии.

-154-

16. В файлах растровых форматов запоминаются:

- а) размер изображения;
- б) разрешение;
- в) битовая глубина;

г) данные, описывающие рисунок.

17. Количество видеопикселов в рисунке по горизонтали и вер-

тикали – это

а) размер изображения;

б) разрешение;

в) битовая глубина;

г) данные, описывающие рисунок.

**18.** Число битов, используемых для хранения цвета одного видеопиксела, называется:

а) размером изображения;

б) разрешением;

в) битовой глубиной;

г) данными, описывающими рисунок.

**19.** Формат, использующий алгоритм сжатия без потерь информации:

a) GIF;

```
б)JPEG (JPG);
```

- в) BMP;
- г) PSD.

**20.** Формат, использующий алгоритм сжатия с потерями информации, который позволяет уменьшить размер файла в сотни раз: a) GIF;

```
б)JPEG (JPG);
```

- в) BMP;
- г) PSD.

**21.** Формат графического редактора Paint, в котором не применяется сжатие:

a) GIF;

```
б)JPEG (JPG);
```

- в) BMP;
- г) PSD.

**22.** Базовый растровый формат изображений для Windows, поддерживаемый всеми приложениями:

- a) PSD;
- б) BMP;
- в) PDF;
- г) GIF.

**23.** Формат графического редактора Adobe PhotoShop, использующий алгоритм сжатия без потерь информации:

- a) GIF;
- б)JPEG (JPG);
- в) BMP;

г) PSD.

**24.** Наибольшее влияние на количество памяти, занимаемой растровым изображением, оказывают следующие факторы:

- а) размер изображения;
- б) битовая глубина цвета;
- в) формат файла, используемого для хранения изображения;
- г) цветовая палитра, применяемая для работы с изображением.

25. Достоинства растровой графики:

- а) изображения могут быть очень легко распечатаны на принтерах;
- б) занимают большое количество памяти;
- в) эффективно представляет реальные образы;
- г) редактирование растровых изображений.

26. Недостатки растровой графики:

а) изображения занимают большое количество памяти;

- б) эффективно представляет реальные образы;
- в) могут быть очень легко распечатаны на принтерах;
- г) редактирование растровых изображений.

27. Какой формат графического файла считается растровым?

- а) файл, в котором указано время его создания и размер созданного файла;
- б) файл, в котором компьютер запоминает набор команд для зарисовки графических примитивов;

- в) файл, в котором компьютер запоминает размер растра рисунка, код каждого пиксела рисунка;
- г) файл, в котором компьютер запоминает весь ход создания рисунка.

28. Выберите растровые форматы:

- a) WMF;
- б)GIF;
- в) JPEG;
- г) BMP;
- д) CDR.

**29.** Растровый формат изображений с поддержкой 24-битного цветового кодирования, возможностью выбора степени сжатия (с потерями), наиболее распространен на Web-страницах:

- a) TIFF;
- б)GIF;
- в) JPEG;
- г) BMP;
- д) CDR.

30. К редакторам растровой графики относят:

- a) CorelDraw;
- б) PhotoShop;
- в) Painter;
- г) Illustrator.

**31.** Основные инструменты редактора PhotoShop объединены в группы:

- а) для работы с объектами;
- б) для добавления эффектов;
- в) для рисования;
- г) для создания новых объектов.

**32.** Диалоговые окна особого вида, которые служат для настройки действия основных инструментов и для операций с изображением и его файлом и имеют некоторые общие элементы управления: а) инструменты;

- б) палитры;
- в) шаблоны.

33. Для редактирования свойств текущего инструмента служит палитра:

- а) Параметры;
- б) Инфо;
- в) Истории;
- г) Контуров;
- д) Каналов.

34. Палитра, которая служит для информационных целей:

- а) Параметры;
- б) Инфо;
- в) Истории;
- г) Контуров;
- д) Каналов.

35. Палитра, которая служит для отображения последних произведенных действий:

- а) Параметры;
- б) Инфо;
- в) Истории;
- г) Контуров;
- д) Каналов.

36. Палитра, которая предназначена для работы с контурами:

- а) Параметры;
- б) Инфо;
- в) Истории;
- г) Контуров;
- д) Каналов.

# Тема 5. ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА

### Учебные вопросы

- 1. Объекты и цвет в векторной графике.
- 2. Структура векторной иллюстрации.
- 3. Достоинства и недостатки векторной графики.
- 4. Применение векторной графики.
- 5. Средства для создания векторных изображений.
- 6. Шрифт и текст в CorelDraw.

# Изучив данную тему, студент должен

*иметь представление* о векторном объекте и правилах работы с ним; *знать*:

- понятие вектора, принципов формирования векторного изображения;
- виды графических редакторов, предназначенных для работы с векторной графикой;
- достоинства и недостатки векторных графических изображений; *уметь*:
- создавать векторные графические изображения;
- применять различные инструменты при создании и редактировании векторного изображения;

*владеть навыками* работы с графическим редактором CorelDRAW.

## Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по лекциям 9 и 10;
- акцентировать внимание на достоинствах и недостатках векторной графики;
- выполнить задания практических работ:
  - практическая работа 1;
  - практическая работа 2;
  - практическая работа 3;
  - практическая работа 4;
  - практическая работа 5;
  - практическая работа 6;

- выполнить тест;
- ответить на контрольные вопросы.

## Лекция 9. Основные понятия векторной графики

#### Объекты и цвет в векторной графике

Векторная графика описывает изображения с использованием прямых и изогнутых линий, называемых **векторами**, а также параметров, описывающих цвета и расположение. Например, изображение древесного листа описывается точками, через которые проходит линия, создавая тем самым контур листа. Цвет листа задается цветом контура и области внутри этого контура.



Рис. 5.1. Пример векторной графики

В отличие от растровой графики в векторной графике изображение строится с помощью математических описаний объектов, окружностей и линий. Хотя на первый взгляд это может показаться сложнее, чем использование растровых массивов, но для некоторых видов изображений использование математических описаний является более простым способом.

Ключевым моментом векторной графики является то, что она использует комбинацию компьютерных команд и математических формул для объекта. Это позволяет компьютерным устройствам вычислять и помещать в нужном месте реальные точки при рисовании этих объектов. Такая особенность векторной графики дает ей ряд преимуществ перед растровой графикой, но в то же время является причиной ее недостатков.

Векторную графику часто называют объектно-ориентированной графикой или чертежной графикой. Простые объекты, такие как окружности, линии, сферы, кубы и тому подобное, называются примитивами и используются при создании более сложных объектов. В векторной графике объекты создаются путем комбинации различных объектов.

Для создания векторных рисунков необходимо использовать один из многочисленных иллюстрационных пакетов. Достоинство векторной графики в том, что описание является простым и занимает мало памяти компьютера. Однако недостатком является то, что детальный векторный объект может оказаться слишком сложным, он может напечататься не в том виде, в каком ожидает пользователь или не напечатается вообще, если принтер неправильно интерпретирует или не понимает векторные команды.

При редактировании элементов векторной графики изменяются параметры прямых и изогнутых линий, описывающих форму этих элементов. Можно переносить элементы, менять их размер, форму и цвет, но это не отразится на качестве их визуального представления. Векторная графика не зависит от разрешения, т.е. может быть показана в разнообразных выходных устройствах с различным разрешением без потери качества.

**Векторное** представление заключается в описании элементов изображения математическими кривыми с указанием их цветов и заполняемости.

Еще одно преимущество – качественное масштабирование в любую сторону. Увеличение или уменьшение объектов производится увеличением или уменьшением соответствующих коэффициентов в математических формулах. К сожалению, векторный формат становится невыгодным при передаче изображений с большим количеством оттенков или мелких деталей (например, фотографий). Ведь каждый мельчайший блик в этом случае будет представляться не совокупностью одноцветных точек, а сложнейшей математической формулой или совокупностью графических примитивов, каждый из которых является формулой. Это приводит к утяжелению файла. Кроме того, перевод изображения из растрового в векторный формат приводит к наследованию последним невозможности корректного масштабирования в большую сторону. От увеличения линейных размеров количество деталей или оттенков на единицу площади больше не становится. Это ограничение накладывается разрешением вводных устройств (сканеров, цифровых фотокамер и др.).

Основным логическим элементом векторной графики является геометрический объект. В качестве объекта принимаются простые геометрические фигуры (так называемые примитивы — прямоугольник, окружность, эллипс, линия), составные фигуры или фигуры, построенные из примитивов, цветовые заливки, в том числе градиенты.

Важным объектом векторной графики является **сплайн**. Сплайн – это кривая, посредством которой описывается та или иная геометрическая фигура. На сплайнах построены современные шрифты TryeType и PostScript.

Объекты векторной графики легко трансформируются и модифицируются, что не оказывает практически никакого влияния на качество изображения. Масштабирование, поворот, искривление могут быть сведены к элементарным преобразованиям над векторами.

Если в растровой графике базовым элементом изображения является точка, то в векторной графике — линия. Линия описывается математически как единый объект, и потому объем данных для отображения объекта средствами векторной графики существенно меньше, чем в растровой графике.

Линия — элементарный объект векторной графики. Как и любой объект, линия обладает свойствами: формой (прямая, кривая), толщиной, цветом, начертанием (сплошная, пунктирная). Замкнутые линии приобретают свойство заполнения. Охватываемое ими пространство может быть заполнено другими объектами (текстуры, карты) или выбранным цветом. Простейшая незамкнутая линия ограничена двумя точками, именуемыми узлами. Узлы также имеют свойства, параметры которых влияют на форму конца линии и характер сопряжения с другими объектами. Все прочие объекты векторной графики составляются из линий. Например, куб можно составить из шести связанных прямоугольников, каждый из которых в свою очередь образован четырьмя связанными линиями.

Цвет в векторной графике. Различные векторные форматы обладают различными цветовыми возможностями. Простейшие форматы, которые могут не содержать вообще никакой информации о цвете, используют цвет по умолчанию тех устройств, на которые они выводятся, другие форматы способны сохранять данные о полном 32-битном цвете. Какую бы цветовую модель ни применяли при использовании векторного формата, на размер файла он не влияет, кроме тех случаев, когда файл содержит растровые образы. В обычных векторных объектах значение цвета относится ко всему объекту в целом. Цвет объекта хранится в виде части его векторного описания. Некоторые векторные файлы могут создать растровый эскиз изображений, хранящихся в них. Эти растровые картинки, иногда называемые краткими описаниями изображений, обычно представляют собой эскизы векторных рисунков в целом. Краткое описание изображения особенно полезно в ситуациях, когда вы не хотите открывать весь файл, чтобы посмотреть, что в нем хранится, или когда вы не можете видеть векторный рисунок во время его использования.

Первая ситуация возникает, когда вам необходимо найти файл с помощью одной из многих специально разработанных для этого программ. Для облегчения поиска нужного векторного файла такие программы могут считывать растровый эскиз изображения и другие характеристики, например векторный формат, время создания, битовую глубину изображения и т. д.

Вторая ситуация возникает, когда в каком-либо издательском пакете помещается на страницу векторный рисунок. Изображение, которое вы увидите, будет растровым эскизом настоящего векторного рисунка, у которого нельзя изменить размер, обрезать или как-то иначе обработать изображение. За эскизы изображения приходится расплачиваться памятью, так как эскизы — это растровая версия рисунков, а растровые данные используют много памяти компьютера.

#### Структура векторной иллюстрации

Структуру любой векторной иллюстрации можно представить в виде иерархического дерева. В такой иерархии сама иллюстрация занимает верхний уровень, а ее составные части — более низкие уровни иерархии. Самый верхний иерархический уровень занимает сама картинка, которая объединяет в своем составе объекты + узлы + линии + заливки.

Следующий уровень иерархии — объекты, которые представляют собой разнообразные векторные формы.

Объекты иллюстрации состоят из одного или нескольких контуров: замкнутых и открытых. Контуром называется любая геометрическая фигура, созданная с помощью рисующих инструментов векторной программы и представляющая собой очертания того или иного графического объекта (окружность, прямоугольник и т.п.). Замкнутый контур — это замкнутая кривая, у которой начальная и конечная точки совпадают (окружность). Открытый контур имеет четко обозначенные концевые точки (синусоидальная линия).

Следующий уровень иерархии составляют сегменты, которые выполняют функции кирпичиков, используемых для построения контуров. Каждый контур может состоять из одного или нескольких сегментов. Начало и конец каждого сегмента называются узлами, или опорными точками, поскольку они фиксируют положение сегмента, «привязывая» его к определенной позиции в контуре. Перемещение узловых точек приводит к модификации сегментов контура и изменению его формы. Замкнутые контуры (формы) имеют свойство заполнения цветом, текстурой или растровым изображением (картой). Заливка — это цвет или узор, выводимый в замкнутой области, ограниченной кривой.

На самом нижнем уровне иерархии расположены узлы и отрезки линий, соединяющих между собой соседние узлы. Линии наряду с узлами выполняют функции основных элементов векторного изображения.

#### Достоинства и недостатки векторной графики

Самая сильная сторона векторной графики в том, что она использует все преимущества разрешающей способности любого устройства вывода. Это позволяет изменять размеры векторного рисунка без потери его качества. Векторные команды просто сообщают устройству вывода, что необходимо нарисовать объект заданного размера, используя столько точек сколько возможно. Другими словами, чем больше точек сможет использовать устройство вывода для создания объекта, тем лучше он будет выглядеть. Растровый формат файла точно определяет, сколько необходимо создать пикселов. и это количество изменяется вместе с разрешающей способностью устройства вывода. Вместо этого происходит одно из двух: либо при увеличении разрешающей способности размер растровой окружности уменьшается, так как уменьшается размер точки составляющих пиксел; либо размер окружности остается одинаковым, но принтеры с высокой разрешающей способностью используют больше точек для любого пиксела. Векторная графика обладает еще одним важным преимуществом, здесь можно редактировать отдельные части рисунка, не оказывая влияния на остальные, например, если нужно сделать больше или меньше только один объект на некотором изображении, необходимо просто выбрать его и осуществить задуманное. Объекты на рисунке могут перекрываться без всякого воздействия друг на друга. Векторное изображение, не содержащее растровых объектов, занимает относительно небольшое место в памяти компьютера. Даже очень детализированные векторные рисунки, состоящие из 1000 объектов, редко превышают несколько сотен килобайт.

Природа избегает прямых линий. К сожалению, они являются основными компонентами векторных рисунков. До недавнего времени это означало, что уделом векторной графики были изображения, которые никогда не старались выглядеть естественно, например, двумерные чертежи и круговые диаграммы, созданные специальными программами САПР, двух- и трехмерные технические иллюстрации, стилизованные рисунки и значки, состоящие из прямых линий и областей, закрашенных однотонным цветом. Векторные рисунки состоят из различных команд, посылаемых от компьютера к устройствам вывода (принтеру). Принтеры содержат свои собственные микропроцессоры, которые интерпретируют эти команды и пытаются их перевести в точки на листе бумаги. Иногда из-за проблем связи между двумя процессорами принтер не может распечатать отдельные детали рисунков. В зависимости от типов принтера случаются проблемы, и у вас может оказаться чистый лист бумаги, частично напечатанный рисунок или сообщение об ошибке.

Для эффективного применения векторной графики в творческой работе необходимо представлять себе ее достоинства и недостатки.

Векторный формат более компактный, но он непригоден для хранения реалистичных изображений, например фотографий. В этом формате задавать их математически сложно и громоздко, а поэтому нерационально. А вот рисунки и чертежи удобно и целесообразно создавать и хранить именно в векторном виде.

### Достоинствами векторных изображений являются:

- небольшой размер файла при относительно несложной детализации изображения;
- возможность неограниченного масштабирования без потери качества;
- возможность перемещения, вращения, растягивания, группировки без потери качества;
- возможность позиционирования объектов по оси, перпендикулярной плоскости экрана (по оси *z* – «выше», «ниже», «выше всех», «ниже всех»);
- возможность выполнения булевых преобразований над объектами – сложение, вычитание, пересечение, дополнение;
- управление толщиной линий при любом масштабе изображения. Недостатки векторного формата:
- большой размер файла при сложной детализации изображения, например, из-за множества мелких сложных деталей размер векторного изображения заметно превышает размер его растровой копии;
- трудность передачи фотореалистичного изображения;
- проблемы совместимости программ, работающих с векторной графикой, при этом не все программы открывают (или корректно отображают) даже «общепринятые» форматы, созданные в других редакторах, например формат .eps;
- невозможно применение обширной библиотеки эффектов (фильтров), используемых при работе с растровыми изображениями;
- аппаратные средства для работы с векторными рисунками (каттеры, плоттеры) более сложны и дороги, чем «железо» в растровой графике (мониторы, сканеры).

## Применение векторной графики

Успехи компьютерных технологий, достигнутые в последние годы, не оставляют места сомнениям при выборе способов получения, хранения и переработки данных о сложных комплексных трехмерных объектах, таких, например, как памятники архитектуры и археологии, объекты спелеологии и т.д. Несомненно, что применение компьютеризации для этих целей — дело не далекого будущего, а уже настоящего времени. Последнее, конечно, в большой мере зависит от количества денежных средств, вкладываемых с этой целью.

Наука и инженерия. Системы CAD/CAM используются сегодня в различных областях инженерной конструкторской деятельности, от проектирования микросхем до создания самолетов. Ведущие инженерные и производственные компании, такие как Boeing, в конечном счете двигаются к полностью цифровому представлению конструкции самолетов.

Архитектура является другой важной областью применения для CAD/CAM и совсем недавно созданных систем класса walkthrough (прогулки вокруг проектируемого объекта с целью его изучения и оценки). Такие фирмы, как McDonald's, уже с 1987 года используют машинную графику для архитектурного дизайна, размещения посадочных мест, планирования помещений и проектирования кухонного оборудования. Есть ряд эффектных применений векторной графики в области проектирования стадионов и дизайна спортивного инвентаря, например, новый парк в Балтиморе (Baltimore Orioles'Camden Yards Park).

Медицина стала весьма привлекательной сферой применения компьютерной графики, например, автоматизированное проектирование имплантатов, особенно для костей и суставов, позволяет минимизировать необходимость внесения изменений в течение операции, что сокращает время пребывания на операционном столе (очень желательный результат как для пациента, так и врача). Анатомические векторные модели также используются в медицинских исследованиях и в хирургической практике.

Научные лаборатории продолжают генерировать новые идеи в области визуализации. Задача сообщества компьютерной графики состоит в создании удобных инструментов и эффективных технологий, позволяющих пользователям продолжать научные изыскания за границей возможного и безопасного эксперимента. Например, проект виртуального туннеля NASA Ames Research Center переносит аэродинамические данные в мир виртуальной реальности, интерес к которой значительно вырос в девяностые годы. NASA Ames было одним из пионеров в использовании и развитии технологий погружения людей в мнимую реальность. Специалисты NASA занимались разработкой специальных шлемов и дисплеев, трехмерных аудиоустройств, уникальных устройств ввода для оператора и созданием соответствующего программного обеспечения. Возник ряд компаний, занимающихся виртуальной реальностью, например Fakespace, Cristal River Engineering и Telepresence Research.

Все эти инженерные и научные применения убеждают, что индустрия машинной графики начала обеспечивать пользователей новой технологией, при которой они действительно уже не заботятся о том, как формируется изображение: им важен результат.

Полиграфия, дизайн, реклама и бизнес. Классическая векторная графика до сих пор используется в различных приложениях бизнеса, включая разработку концепции, тестирование и создание новых продуктов, но бизнес также стал лидирующим потребителем систем мультимедиа, например, в обучении или маркетинговых презентациях. Графика все шире проникает в бизнес — сегодня фактически нет документов, созданных без использования какого-либо графического элемента. Соответствующее программное обеспечение специально разработано, чтобы позволить пользователям сконцентрироваться больше на содержании, а не на графическом исполнении.

Сфера ее использования в полиграфии, дизайне и рекламе весьма широка. Векторная графика применяется для оформления текстов, а для создания логотипов компаний это просто идеальный вариант. Как правило, логотипы не требуют сложных полутонов, зато при их создании важно, чтобы не терялось качество изображения. Логотип должен одинаково хорошо смотреться на визитной карточке, фирменном бланке и большом настенном календаре. Поэтому для него векторная графика — это идеальный вариант. Кроме того, этот тип графики используется для построения чертежей, а также в программах построения трехмерных графических объектов, в автоматизированных комплексах по проектированию технических объектов и т. д.

Векторная графика в Интернете. Требования к красоте и выразительности оформления Web-страниц находятся в постоянном противоречии с техническими возможностями современного Web-хостинга. Поэтому проектировщик сайта должен стать посредником между дизайнером и пользователем и строго выдерживать равновесие между визуальной привлекательностью и разумной скоростью доставки информации в Сеть. Чтобы успешно решать эту проблему, необходимо знать все используемые в Интернете графические форматы, понимать различия между ними, области применения и особенности использования.

Векторная графика основана не на хранении информации о каждом пикселе, а на командах рисования линий и заполнения форм. Используется она уже довольно давно, но в отличие от традиционных замкнутых форматов векторные форматы для Web построены на базе открытых стандартов, главным образом языков маркировки, в которых для определения тегов и других элементов применяется обычный текст, что значительно упрощает манипулирование свойствами изображений. Преимуществами векторной графики на основе языков маркировки являются также возможности выбора, индексирования и поиска элементов изображения и привязки ее к другим элементам.

Основным форматом векторной графики в Интернете является SVG. Данный формат не является типичным, он представляет собой набор инструкций, описывающих изображение, в формате XML. По сути, файл с изображением в этом формате является обычным текстовым файлом, который можно открыть в блокноте и отредактировать. В этом формате можно описать не только статичную, но и динамичную картинку (анимация), смешать созданные векторы с растровой картинкой. Благодаря тому, что каждая фигура является для интернет-браузера элементом DOM, с помощью JavaScript можно описывать достаточно сложные сценарии, взаимодействовать с пользователем.

Наиболее распространенным также является формат Flash, разработанный компанией Adobe. Flash поддерживает анима-

цию по кейфреймам, морфинг, прозрачные объекты, гиперссылки, встраивание звуковых и видеофайлов. Программа Adobe Flash позволяет создавать векторную графику, анимационные ролики, снабженные звуком и интерактивностью. Использовать разработанные флэш-баннеры, открытки и ролики можно не только в Интернете, любой разработанный продукт может быть выпущен как отдельный фильм, видеоролик, пригодный для просмотра на компьютерах под Windows и MacOS. Средства для создания ролика достаточно просты в пользовании, хорошо документированы, плагины для просмотра распространяются бесплатно, а размер выходных файлов крайне мал.

# Средства для создания векторных изображений

В настоящее время создано множество пакетов иллюстративной графики, которые содержат простые в применении, развитые и мощные инструментальные средства векторной графики, предназначенной как для подготовки материалов к печати, так и создания страниц в Интернете.

Пакеты векторной или иллюстративной графики всегда основывались на объектно-ориентированном подходе, позволяющем рисовать контуры объектов, а затем закрашивать их или заполнять узорами.

В Microsoft Office предусмотрена линейка заданий, содержащая множество вариантов выбора для создания рисунков, логотипов и текста при работе с разными приложениями, а галерея WordArt предоставляет интересные и цветные стили текста, которыми можно пользоваться для заголовков или ярлыков.

## Редакторы векторной графики

**CorelDraw.** Пакет CorelDraw всегда производит сильное впечатление. В комплект фирма Corel включила множество программ, в том числе Corel Photo-Paint. Новый пакет располагает, бесспорно, самым мощным инструментарием среди всех программ обзора, а по сравнению с предыдущей версией интерфейс стал проще, инструментальные средства рисования и редактирования узлов — более гибкими. Однако, что касается новых функций, в частности, подготовки публикаций для Web, то здесь CorelDraw уступает CorelXara. Adobe Illustrator. Программа векторной графики Adobe Illustrator CSx разработана известной фирмой-производителем графических продуктов Adobe Systems Inc. Она предназначена для создания макетов графических документов в целях их публикации на бумаге и в электронном виде. Файлы программы Adobe Illustrator сохраняются в формате Ai или Eps. Основными отличиями Illustrator от других программ подобного типа являются ее очень широкие функциональные возможности по художественному оформлению содержимого документа.

**CorelXara.** СorelXara – служит в первую очередь для создания графического изображения на странице и формирования блока текста за один раз. Программа позволяет выполнять с рисунками, градиентным заполнением, изображениями и диапозитивами такие действия, о которых вы могли только мечтать. Хотя Corel рекламирует CorelXara как дополнение к CorelDraw 7 для создания графики Web, по существу, благодаря высокой производительности, средствам для работы с Web и специализированному инструментарию CorelXara превосходит CorelDraw во многих отношениях. Благодаря возможностям масштабирования векторной графики и текстурам растровых изображений двумерные объекты начинают все более напоминать трехмерные.

Важным преимуществом программ векторной графики являются развитые средства интеграции изображений и текста, единый подход к ним. Поэтому программы векторной графики незаменимы в области дизайна, технического рисования, для чертежно-графических и оформительских работ.

#### Форматы векторных графических изображений

В компьютерной графике применяют по меньшей мере три десятка форматов файлов для хранения изображений. Но лишь часть из них применяется в подавляющем большинстве программ. Как правило, несовместимые форматы имеют файлы растровых, векторных, трехмерных изображений, хотя существуют форматы, позволяющие хранить данные разных классов. Многие приложения ориентированы на собственные «специфические» форматы, перенос их файлов в другие программы вынуждает использовать специальные фильтры или экспортировать изображения в «стандартный» формат.

WMF (Windows MetaFile) – формат хранения векторных изображений операционной системы Windows (расширение имени файла .WMF). По определению поддерживается всеми приложениями этой системы. Однако отсутствие средств для работы со стандартизированными цветовыми палитрами, принятыми в полиграфии, и другие недостатки ограничивают его применение (WMF искажает цвет, не может сохранять ряд параметров, которые могут быть присвоены объектам в различных векторных редакторах).

**EPS (Encapsulated PostScript)** — формат, созданный компанией Adobe на основе языка PostScript. Так как язык PostScript является универсальным, в файле могут одновременно храниться векторная и растровая графика, шрифты, контуры обтравки (маски), параметры калибровки оборудования, цветовые профили. Для отображения на экране векторного содержимого используется формат WMF, а растрового — TIFF. Но экранная копия лишь в общих чертах отображает реальное изображение, что является существенным недостатком EPS. Действительное изображение можно увидеть лишь на выходе выводного устройства с помощью специальных программ просмотра или после преобразования файла в формат PDF в приложениях Acrobat Reader, Acrobat Exchange.

EPS — самый универсальный формат для векторной графики, так как поддерживается большинством векторных редакторов.

**PDF (Portable Document Format)** – формат описания документов, разработанный фирмой Adobe (расширение имени файла .PDF). Хотя этот формат в основном предназначен для хранения документа целиком, его впечатляющие возможности позволяют обеспечить эффективное представление изображений. Формат является аппаратно независимым, поэтому вывод изображений допустим на любых устройствах – от экрана монитора до фотоэкспонирующего устройства. Мощный алгоритм сжатия со средствами управления итоговым разрешением изображения обеспечивает компактность файлов при высоком качестве иллюстраций.

AI (Adobe Illustrator) – формат, создаваемый по умолчанию программой Adobe Illustrator. Более поздние версии программы несовместимы с предшествующими, но все равно имеется возможность сохранения файла для более ранних версий. Текущая версия — Adobe Illustrator CS5.

**CDR (CorelDRAW Document). CDR** – «родной» формат программы CorelDraw. Формат несовместим с другими редакторами векторной графики и со своими более ранними версиями, тем не менее, пользоваться CorelDRAW чрезвычайно удобно.

SVG (Scalable Vector Graphics) — формат, созданный на основе языка разметки XML. Формат создавался в том числе для публикации векторной графики в сети Интернет, является открытым стандартом, поддерживает анимацию. Достоинством SVG является еще и то, что это, по сути, текстовый файл, и при наличии определенных навыков возможно редактировать и создавать векторное изображение в обычном текстовом редакторе. Кроме того, существует также возможность управлять атрибутами изображения с помощью таблицы стилей CSS. Из фотобанков векторную графику в формате SVG продает только Fotolia (Фотолия). Бесплатный векторный редактор Inkscape по умолчанию сохраняет файл в этом формате.

**SWF** – flash-формат, предназначенный для просмотра анимации. Для просмотра требуется установка программы Flash Player.

**FLA** – flash-формат программы Adobe Flash, предназначенный для создания анимированной графики. С помощью языка ActionScript возможно создание управляемых сценариев. Обычно готовый ролик из FLA экспортируют в формат SWF.

# Лекция 10. Графический редактор CorelDraw. Шрифт и текст в CorelDraw

## Достоинства и недостатки графического редактора CorelDraw

CorelDraw изначально был задуман как универсальный редактор, применяемый для решения абсолютно всех графических задач. Продукт имеет длинную историю своего развития, так как первая версия вышла еще в 1989 году. Сегодня CorelDraw применяется для изготовления рекламной продукции, плакатов, листовок, календарей, визиток, шрифтовых работ с выводом на плоттер и т. д. Локализованные версии программы существуют на 17 языках мира, она получила более чем 200 международных призов. Имеется официальная русскоязычная локализация, и программа корректно воспроизводит кириллические шрифты, не пытаясь заменить русские буквы квадратиками.

Рабочий лист программы имеет размер 45×45 м при точности работ 0,01 мк. В 13-й версии, называемой CorelDraw Graphics Suite X3, поставляется множество типов кистей, презентационных фонов, большой набор шрифтов, растровых фотографий, векторных изображений и многое другое.

Достоинства CorelDraw. Преимущества CorelDraw над другими программами вытекают в основном из преимуществ векторной графики над растровой:

- увеличение масштаба без потери качества изображения;
- высокая точность работы с изображениями (до сотой доли микрона);
- небольшой размер векторного файла по сравнению с растровым;
- прекрасное качество полиграфической печати;
- трассировка растровых изображений, возможность вывода их на плоттер;
- возможность редактирования каждого элемента изображения в отдельности;
- работа с разными платформами: есть версии CorelDraw для операционных систем Windows, OS/2, MAC и различных вариантов UNIX;
- хорошая совместимость с другими программами. Поддерживаются различные форматы файлов, включая Adobe Illustrator (AI), EPS и формат PSD с сохранением всех слоев изображения. Имеется более 70 фильтров для импорта и 40 фильтров для экспорта изображений, охватывающих практически все стандарты графики, изображений и файловые форматы;
- CorelDraw (и Corel Photo-Paint) используют специальный интерфейс для работы с цифровыми камерами, тем самым обеспечивая возможность загрузки изображений (совместимость) с большим количеством моделей фотовидеокамер;

- поддерживается создание Web-страниц с помощью мастера преобразования в формат;
- возможность создания электронных публикаций в формате PDF. **Недостатки CorelDraw.** Минусы CorelDraw также являются недостатками векторного редактора по сравнению с растровым:
- сложность экспорта растрового формата в векторный, особенно если графика не черно-белая, а цветная;
- невозможно напрямую применить обширную библиотеку эффектов (plug-in), используемых при работе с растровыми изображениями;
- интерфейс перегружен командными кнопками, что мешает отделить главное от второстепенного;
- CorelDraw не имеет инструментов деловой графики, предоставляющих возможность быстро и просто создавать, например графики и диаграммы.

**Требования к системным ресурсам.** Системные требования пакета невысокие (они, например, ниже, чем у Adobe PhotoShop CS3):

- операционная система Windows;
- 256 Мб RAM, 200 Мб свободного места на винчестере;
- процессор Pentium III (600 МГц или более);
- разрешение монитора 1024 768 точек или лучше;
- привод CD-ROM (или DVD);
- мышь или графический планшет;
- свободного места на винчестере не менее 700 Мб;
- наличие Интернета для регистрации и поддержки программы.

CorelDraw Graphics Suite — пакет программ для работы с графикой от компании Corel. Компания Corel позиционирует пакет CorelDraw Graphics Suite X3 для трех ключевых групп: профессионалов-дизайнеров в области рекламы и печати, затрачивающих большое время на создание и редактирование графики, работу с текстом, ретуширование фотографий; бизнес-пользователей, время от времени прибегающих к созданию маркетинговых печатных и web-материалов дома своими силами; наконец, студентов и преподавателей, работающих дома и в учебных аудиториях.

Используя этот полный графический пакет, можно работать над всевозможными проектами – от создания логотипа и веб-гра-

фики до многостраничных маркетинговых брошюр или рекламных вывесок. Благодаря функции трассировки растровых изображений в векторную графику в Corel PowerTRACE, новым функциональным возможностям редактирования фотографий в Photo-Paint, новым средствам обучения на уровне всех приложений пакета, а также усовершенствованной функции создания иллюстраций и макетов страниц этот набор объединяет в себе возможности дизайна, простоту в использовании и доступность по цене, которые не может обеспечить больше ни одно программное обеспечение для графического дизайна. Возможностей пакета CorelDraw более чем достаточно для решения подавляющего большинства графических задач. Более того, это не отдельная программа, а именно графический пакет, включающий в себя самые разнообразные инструменты для работы с векторной и растровой графикой.

В состав легендарного графического пакета входят следующие программы:

- CorelDraw X3 профессиональный редактор векторной графики.
  Это программа для графического дизайна, иллюстрирования и создания макетов страниц с применением векторной и растровой графики;
- Corel Photo-Paint X3 редактор растровой графики. Это графический редактор для обработки, ретуши фотографий, разработанный для нужд графического дизайна и поддерживающий профессиональное цветоделение и вывод на печать;
- Pixmantec RawShooter приложение для работы с изображениями в формате Raw. Инструмент обеспечивает качественный результат, отличается высокой скоростью преобразования гаw-файлов;
- Corel CAPTURE X3 программа, осуществляющая захват изображения с экрана, сохраняющая в файле все окно приложения или отдельные его элементы;
- Font Navigator 5.0 администратор шрифтов, разработанный компанией Bitstream;
- Справочник CorelDraw Handbook советы и рекомендации профессионалов, приведены примеры законченных работ.

## Шрифт и текст в CorelDraw. Кодировки шрифтов в различных операционных системах

Слово «шрифт» происходит от латинского scriptum — «написанное». В современном понимании *шрифт* — это способ кодирования текстовой информации, используемый при ее передаче в виде изображения. Шрифт определяет взаимное соответствие между символами определенного алфавита и их изображениями, которые называются *литерами*.

Компьютерный шрифт представляет собой программу, которая может быть использована во всех приложениях Windows. Иначе говоря, компьютерные шрифты кодируются. Кодировка представляет собой таблицу символов, где каждой букве алфавита (а также цифрам и специальным знакам) присвоен свой уникальный номер – код символа. Разберемся, как это делается.

Для представления текста на экране вашего ПК необходимо каждому знаку присвоить некоторое число — его код. Все современные таблицы кодировок происходят от возникшей еще в 1960-е годы 7-разрядной таблицы ASCII (American Standard Code for Information Interchange), которая содержит 33 кода команд или управляющих символов, большая часть которых сегодня не используется, и 95 кодов для различных знаков, достаточных для работы с английскими текстами. При 7-разрядном кодировании каждому символу сопоставляется 7 бит, т.е. число в диапазоне от 0 до 127.

Для кодировки кириллицы существует четыре базовые таблицы:

• для использования с операционной системой DOS была разработана кодовая таблица CP-866 (IBM/Microsoft). Кодировка CP-866 основана на альтернативной кодировке ГОСТ и создана специально для OC MS-DOS, в которой используются символы псевдографики;

• для использования в операционной среде Windows применяется кодовая таблица CP-1251 (Microsoft). Кодовая страница 1251 для Microsoft Windows стала популярной благодаря огромному влиянию фирмы Microsoft на рынок компьютерных технологий. Кроме того, в ней отсутствует ненужная в графических средах поддержка символов псевдографики и гораздо полнее, чем в других кодировках, представлены такие символы, как ©, ®, различные виды кавычек, тире и т.п. Эта кодовая таблица сегодня в России является основной; • кодовая страница 10007 используется на компьютерах Macintosh и по своему набору знаков почти совпадает с CP-1251;

• в UNIX-среде наиболее распространена кодовая таблица KOI8-R. Это сокращение расшифровывается как «код обмена информацией». Цифра 8 обозначает, что этот код 8-разрядный. В настоящее время KOI8-R является одной из основных русскоязычных кодировок в операционных системах Linux.

Шрифты, как и прочие программные продукты, продаются изготовителями. Основные производители шрифтов: Adobe, Bitstream, The International Typeface Corporation, Microsoft, Monotype, Letraset Online, Linotype, Type Market, ParaType.

Часто большие коллекции шрифтов поставляются вместе с некоторыми графическими, издательскими или офисными программами. Примером может служить Microsoft Office, в состав поставки которого входит большой набор шрифтов. К сожалению, как правило, эти шрифты не являются кириллическими, и поэтому их использование в России ограничено.

# Форматы шрифтовых файлов: растровые и векторные шрифты

Компьютерные шрифты делятся на два основных типа по способу построения символов: растровые и векторные. Разница та же, что и между точечными и векторными изображениями.

Растровый шрифт представляет собой набор точек, образующих символы (т.е. литеры описываются как совокупности точек). В связи с этим не существует эффективного способа изменять размеры шрифта и приходится для каждого кегля хранить отдельные наборы символов. Попытка масштабирования такого шрифта при ощутимом коэффициенте увеличения приводит к появлению так называемого лестничного (ступенчатого) эффекта, когда символы кажутся созданными из крупных блоков без сглаживания стыков.

В векторном шрифте каждый символ состоит из набора точек, соединенных линиями таким образом, что они образуют контур символа. Поэтому такие шрифты иногда называют контурными (масштабируемыми) и описывают их с помощью каких-либо математических средств (векторов, дуг, сплайнов и т.п.).

Векторные шрифты могут легко масштабироваться путем изменения пропорций между точками, которые, в свою очередь, изменя-

ют длину линий, соединяющих эти точки. При увеличении размера векторные шрифты не теряют плавности линий.

Наиболее популярны векторные шрифты корпорации Adobe Systems, разработавшей стандарт *Adobe Type 1 (или PostScript)*, и Microsoft Corporation, создавшей формат Microsoft *TrueType*. Оба стандарта имеют свои достоинства, что привело к их параллельному сосуществованию.

В стандартную поставку CorelDraw входят шрифты двух типов – **TrueType** и **Type 1**. Шрифт Microsoft TrueType состоит из одного файла \*.ttf. В Windows шрифты TrueType размещаются в папке Windows\ Fonts. Установить, удалить, просмотреть такой шрифт без особого труда сможет любой пользователь OC Windows.

Шрифт Adobe Type 1 (PostScript) состоит из двух компонентов: pacтрового \*.pfm (экранного) и векторного \*.pfb (принтерного) файлов (либо из файлов \*.pfb, \*.afm и \*.inf). С такими шрифтами обычно работают только профессионалы, а управлять ими удобнее с помощью специальной программы – Adobe Type Manager Delux (ATM).

Шрифты в формате Type 1 (PostScript) строятся на основе кривых третьего порядка, а шрифты TrueType получают свой контур из кривых второго порядка. Использование кривых более высокого порядка и обуславливает основные преимущества PostScript-шрифтов перед TrueType. За счет большего числа степеней свободы PostScript-линия не имеет изломов в точках сопряжения фрагментов, тогда как для TrueType больший или меньший перелом в точке стыковки двух сегментов является почти неизбежным. Иначе говоря, символы PostScript-шрифта являются более гладкими, чем TrueType, он не требует конвертации при печати на PostScript-устройствах, что, как следствие, порождает меньше ошибок.

Следовательно, что для полиграфических работ шрифты Adobe TrueType 1 (или PostScript) — лучше. Для Internet-документов предпочтительнее использование Microsoft TrueType. С точки зрения непрофессионала использование TrueType несколько проще (например, не требуется установка специальных программ типа ATM), а сами шрифты более распространены и стоят дешевле Type 1.

**Классификация и атрибуты шрифтов.** Все компьютерные шрифты условно можно разделить на четыре группы: — шрифты с засечками (антиква — serif). Засечки, или серифы — горизонтальные элементы окончания основных (иногда соединительных) штрихов имеют самую разнообразную форму: прямоугольную, изогнутую, клювообразную и т.п. Эти шрифты воспринимаются глазом наиболее быстро и поэтому часто используются для набора большого, объемного текста. Характерный шрифт из этой группы — Times. Шрифты с засечками также называют антиквенными, т. е. античными. Впервые подобные элементы у букв применили еще римляне;

– шрифты без засечек (гротески, рубленые или брусковые – sans serif). В шрифтах без засечек отсутствуют завершающие элементы на концах штрихов. На таких шрифтах рекомендуется обучать чтению. Типичный представитель этой группы шрифтов – шрифт Arial. Рубленые заголовочные шрифты обычно имеют более толстые, чем серифы, штрихи и хорошо смотрятся в крупном кегле. Шрифты без засечек читаются медленнее антиквенных, однако заголовки, набранные этими шрифтами, смотрятся более эффектно, кроме того, на устройствах с низкой разрешающей способностью (например, на мониторах) такой шрифт читается легче;

— шрифты декоративные или свободного стиля (decorative), в том числе и рукописные (script). К этому классу относятся все остальные шрифты. К ним можно отнести рукописные, специальные, рекламные, художественные и прочие шрифты, которые нельзя отнести к первым двум группам. Декоративные шрифты имеют произвольный рисунок символов и применяются в основном как элементы дизайна. Чаще всего декоративные шрифты используют в заголовках. Использование подобных шрифтов в качестве основного текста является дизайнерской ошибкой, так как они неудобочитаемы;

 – особое место занимают так называемые символьные (symbol) шрифты, которые вместо букв содержат различные знаки, рисунки и т.д. и применяются, конечно, не для набора текста, а для создания графических объектов или формул.

Российская классификация по ГОСТ 3489—71 и 72 разделяет шрифты на шесть групп, однако фактически все гарнитуры можно представить как четыре основные уже упомянутые группы.
При рассмотрении не отдельных букв, а их совокупности (образующей текст) появляются новые термины.

*Текст* (от лат. textus — ткань, соединение) — любая записанная посредством шрифта речь (литературное произведение, сочинение, документ).

*Стиль текста* — совокупность всех параметров оформления текста, присущих данному его отрезку.

Атрибуты стиля текста включают следующие понятия: гарнитура шрифта, начертание, кегль, интерлиньяж, межбуквенный просвет, междусловный пробел, выключка, отступ первой строки, втяжка (отступы справа и слева), межабзацные отбивки, другие приемы оформления.

Рассмотрим термины, имеющие отношение к шрифту и тексту, более подробно.

• Гарнитура шрифта (Type family) — совокупность шрифтов, объединенных общими стилевыми признаками, отличными от других шрифтов. Это как бы семья шрифтов, т.е. совокупность вариантов шрифта с общими стилевыми особенностями знаков, элементы которой имеют собственное наименование и отличаются различной насыщенностью, пропорциями, наклоном и стилем. Излагая ту же мысль другими словами, можно сказать, что гарнитурой называется рисунок символов алфавита, разработанный дизайнером шрифта. Шрифты одной гарнитуры могут иметь различные начертания.

• Начертание (Type face) – комплект строчных и прописных знаков, цифр, знаков препинания, спецзнаков и символов шрифта в пределах одной гарнитуры, но отличных насыщенностью, пропорциями, контрастностью и наклоном знаков. Для каждого конкретного шрифта существует несколько вариантов начертания: светлое (light), суперсветлое (extra light), полужирное (demi bold), супержирное (extra bold), сжатое (compressed или condensed) и т.д. Наиболее распространенные начертания – Normal (обычный), Bold (полужирный), Italic (курсив или наклонный). Иначе говоря, начертанием называют модификацию рисунка символов текста за счет изменения толщины штрихов и их наклона. Для каждой модификации художник должен разработать отдельный рисунок гарнитуры, поэтому число начертаний в различных гарнитурах отличается. ◆ *Кегль (size)* — высота символов текста в пунктах.

• Подчеркивание (underline), зачеркивание (strikethra) и надчеркивание (overscore). С помощью этих атрибутов описывается присутствие и характер линий, подчеркивающих, зачеркивающих или надчеркивающих текст. Стандартными наборами линий, использующихся для этих целей, в CorelDraw считаются тонкая одиночная линия (Single Thin), толстая одиночная линия (Single Thick) и двойная тонкая линия (Double Thin). Для каждого из наборов предусмотрена модификация, позволяющая подчеркивать только текст без пробелов (соответственно Single Thin Word, Single Thick Word и Double Thin Word).

• При наборе математических, химических и других формул часто используются индексы. *Индекс* — это атрибут символа, и он может быть задан, как и прочие атрибуты текста. Кнопки Superscript (верхний индекс) и Subscript (нижний индекс) изменяют кегль символа и перемещают его в положение соответствующего индекса.

• При работе с текстом важную роль играет понятие абзаца. Абзац — часть текста, связанная смысловым единством и выделенная отступом первой строчки. От больших блоков, не расчлененных на абзацы, читательское восприятие притупляется. Выделяя значимые части текста, абзац выполняет роль своеобразного акцента, активно воздействующего на внимание человека. Обычно новый абзац текста начинается отступом первой строки, при котором перед первой буквой строки вставляется пробел определенной величины. Отступ первой строки (абзацный отступ) может быть положительным (в этом случае первая строка сдвигается вправо относительно всех остальных строк абзаца) или отрицательным (первая строка выходит влево за край основного текста, т.е. все строки абзаца, начиная со второй, смещаются относительно первой строки вправо на некое фиксированное расстояние). Кроме того, абзац может вовсе не иметь абзацного отступа.

• Выключка (alignment — выравнивание) отражает расположение текста относительно вертикальных границ листа. Отметим, что выравнивание не имеет смысла для отдельных символов, так как это атрибут абзаца. Выравнивание может быть задано для каждого абзаца отдельно. Для того чтобы придать абзацу нужное выравнивание, текст нужно предварительно выделить. Этот атрибут может принимать одно из шести значений:

- None (Отсутствует) слова выравниваются по левой границе блока, но, задавая отрицательные значения смещения по горизонтали, можно вывести отдельные символы за нее влево;
- Left (По левому краю) слова выравниваются по левой границе блока, если при этом отдельные символы смещаются влево, то вместо их вывода за левую границу блока происходит смещение всей остальной строки вправо.
- Center (По центру) слова выравниваются так, чтобы середины всех строк блока совпадали с воображаемой вертикальной линией, расположенной посередине между его левой и правой границами.
- Right (По правому краю) слова выравниваются по правой границе блока, если при этом отдельные символы смещаются вправо, то вместо их вывода за правую границу блока происходит смещение всей остальной строки влево.
- Full Justify (По ширине) слова выравниваются так, чтобы первый символ первого слова каждой строки совмещался с левой границей блока, а последний символ последнего слова строки с правой границей блока (исключение делается только для случая, когда в последней строке остается единственное слово (или перенесенная с предыдущей строки часть слова) оно выравнивается по левому краю).
- Force Justify (Полное по ширине) то же, что по ширине, но без каких-либо исключений.

◆ *Контрастность* — один из основных признаков шрифта, выраженный отношением толщины соединительных штрихов к толщине основных штрихов знаков. Соотношение основных и соединительных штрихов:

- для контрастных шрифтов 1/3;
- для нормальных шрифтов соотношение основных и соединительных штрихов 1/2;
- для малоконтрастных шрифтов соотношение основных и соединительных штрихов — 1/1.

• Интерлиньяж (Leading) — межстрочное расстояние (расстояние между базовыми линиями соседних строк). С его помощью можно уплотнять строчки текста по вертикали. Иногда это уменьшение позволяет, с одной стороны, уменьшить размер площади, занимаемой данным абзацем текста, а с другой стороны, из-за этого уплотнения абзац выделяется на общем фоне, так как смотрится более темным. Численно интерлиньяж равен расстоянию между базовыми линиями смежных строк текста. Интерлиньяж измеряется в пунктах. По умолчанию эта величина указывается в CorelDraw в процентах от высоты символов выбранного шрифта. Поскольку при разработке гарнитуры в высоту прописных символов текста включают и свободное пространство над ними, интерлиньяж 100 % означает, что расстояние между строками текста соответствует замыслу художника, разработавшего гарнитуру.

• Интервалы (space). В CorelDraw имеется возможность принудительно изменять предусмотренные рисунком гарнитуры расстояния между смежными символами (Character) и между смежными словами (Word). Межсимвольное расстояние измеряется в процентах от ширины символа пробела использованного шрифта и по умолчанию равно нулю, т.е. расстояния между символами в словах соответствуют предусмотренным в гарнитуре. Увеличение межсимвольного расстояния раздвигает символы, уменьшение — сближает. Такая процедура называется трекингом. Межсловное расстояние также измеряется в процентах от ширины пробела для данного шрифта. Следует помнить, что при выравнивании текста по обоим краям блока ширина пробела переменная и, естественно, не может точно соответствовать величине межсловного интервала.

Единицы измерения размеров шрифта. Кегль (size), т. е. размер шрифта и интерлиньяж оценивают в пунктах. Один пункт равен 1/72 дюйма, т. е. 0,352 мм. Ширина и высота колонок и полос выражаются в пиках (pica). Пика равна 12 пунктам, что чуть меньше 1/6 дюйма. Цицеро — единица, принятая в большинстве стран Европы. Она примерно равна пике (5,62 цицеро равны 1 дюйму).

Общие рекомендации при работе со шрифтами. При работе с текстом и шрифтами рекомендуется придерживаться следующих правил: – в цветных публикациях назначайте фону и тексту контрастные цвета. Например, черные буквы на красном фоне читаются с большим трудом, так что такого сочетания следует по возможности избегать;

- избегайте раздражающего сочетания цветовых тонов для печати длинного текста;
- общим правилом для работы является применение гарнитур с засечками для основного текста и рубленых или декоративных – для заголовков и других элементов;
- нецелесообразно использовать в наборе детских книг шрифты, предназначенные для набора научных статей. Атрибуты стиля текста должны соответствовать его смысловому содержанию;
- для заголовков и подзаголовков применяйте более жирное начертание. Избегайте одинаковых гарнитур для заголовков и основного текста. С другой стороны, для заголовков и подзаголовков лучше использовать схожие гарнитуры; это же касается тех случаев, когда в основном тексте существует несколько гарнитур;
- обратите внимание на длину строк. Не зря же газеты и журналы сверстаны обычно в две или более колонок. Для удобочитаемости обычного текста, оформленного кеглем 10, оптимальная длина строки примерно 85 мм;
- для удобочитаемости текста важную роль играют поля. В классическом книгопечатании поля занимают около 50 % площади страницы.

Шрифт – это форма письменных или печатных знаков, рисунок букв алфавита какого-либо языка с относящимися к нему дополнительными знаками цифрами, знаками препинания, расположенными на шрифтовом носителе. Огромный поток информации, которую современный человек воспринимает ежедневно, ежечасно, передается во многом с помощью шрифта. Шрифт, независимо от техники его исполнения, представляет собой упорядоченную графическую форму определенной системы письма. Характер рисунков знаков каждого конкретного алфавита определяется почерком писца или художника. Помимо этого, шрифт является выразителем культурного наследия народа и рассматривается как средство эстетического и художественного оформления носителя информации, а в полиграфии является одним из важнейших средств оформления любой печатной продукции.

### Практическая работа 1 Создание векторных объектов

**Цель работы:** знакомство с возможностью графического редактора CorelDraw по созданию новых объектов на основе простых фигур.

Задание 1. Создать фигуры.



Задание 2. Построение и модификация многоугольников.

1. Вставьте в открытый документ CorelDraw новую страницу. Щелкните на ярлычке последней страницы документа правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду Вставить страницу после (Insert Page After).

2. Задайте полученной странице имя **Девятиугольники**. Из контекстного меню выберите команду **Переименовать страницу (Rename Page).** 

3. На панели инструментов выберите инструмент **Многоуголь**ник (Polygon), установите число узлов базового многоугольника равным 9 и создайте фигуру девятиугольника.

4. Постройте две копии полученной фигуры — перетащите объект вправо и перед тем как отпустить левую кнопку мыши, щелкните ее правой кнопкой мыши.

5. Выберите инструмент **Форма (Shape)** и наведите его указатель на любой из узлов, расположенных в серединах сторон девятигольника. Удерживая клавишу **<Ctrl>**, перетащите этот узел по радиусу примерно на половину расстояния до центра.



6. Наведите указатель инструмента на узел одной из вершин девятиугольника и перетащите его с внешней стороны фигуры по часовой стрелке вокруг центра.

7. Наведите указатель инструмента на узел одной из вершин девятиугольника и перетащите его с внутренней стороны фигуры по часовой стрелке вокруг центра.

Задание 3. Построить фигуру «звезда».



1. Постройте многоугольник и создайте четыре его копии.

Выделите первую копию, щелкнув на ней указателем инструмента **Указатель (Pick),** и щелкните на кнопке переключения режимов многоугольника и звезды.

Повторите то же со второй копией, но после преобразования в звезду введите в **Поле заострения** — 2. В результате узлы базового мно-гоугольника будут соединены через два, и лучи звезды станут острее.

Для третьей копии пусть будет значение заострения равно 3.

В завершение попробуйте использовать описанные выше приемы модификации путем перетаскивания узлов многоугольника инструментом **Многоугольник (Polygon)** при нажатой и при ненажатой клавише <**Ctrl**>.

Задание 4. Создание плаката с образцами.

## Задание 5. Создать рисунки.

Вариант 1	Вариант 2
Вариант 3	Вариант 4
Вариант 5	Вариант 6
Вариант 7	Вариант 8
Вариант 9	Вариант 10
Вариант 11	Вариант 12

Задание 4. Ответьте на контрольные вопросы

- Что такое векторное изображение?
- Что представляет собой минимальный геометрический элемент в векторной графике?
- Что такое контур, замкнутый, открытый?
- Что такое примитивы?
- Какая разница между растровым и векторным изображениями?
- Как выделить изображение?
- Как представлен куб в векторной графике?
- Что такое объекты и атрибуты?
- Назовите достоинства и недостатки векторной графики.
- Для каких целей используется графический редактор CorelDraw?
- Как нарисовать линию (прямоугольник, эллипс, пятиугольник, звезду, спираль, блок-схему) в CorelDraw?
- Как выделить объект и какие действия можно осуществить с выделенным объектом?
- Каким образом осуществляется перемещение, копирование и удаление выделенного объекта?
- Как изменить размер объекта?
- Как получить зеркальное отображение объекта?
- Как осуществить перекос (поворот) объекта?

Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

## Практическая работа 2 Построение линий и кривых

**Цель работы:** знакомство с возможностью графического редактора по созданию линий и кривых первого, второго порядка, применение к ним различных модификаций.

Задание 1. Используя различные художественные носители (кисти, пульверизатор, перо), составьте поздравительную открытку к любимому празднику.



Задание 2. Создать с помощью инструмента Кривая Безье (Bezier) рисунок «Лист».

- 1. Создайте эскиз рисунка «Лист» в виде ломаной линии с минимальным количеством узлов.
- 2. С помощью инструмента Указатель (Pick) выделите рисунок и преобразуйте его в кривую.
- 3. С помощью инструмента **Форма (Shape)** придайте эскизу рисунка гладкость линии.
- 4. Закрасьте рисунок и придайте ему законченный вид.

Задание 3. Создать с помощью инструмента Кривая Безье (Bezier) рисунки.





Задание 4. Создать рисунки.





Задание 5. Ответьте на контрольные вопросы

- Что такое кривая Безье?
- Какие виды кривых Безье вы знаете?
- Опишите состав кривой в иллюстрации CorelDraw.
- Как добавить узел на кривую Безье инструментом Shape (Форма)?
- Какие существуют типы узлов на кривой Безье?

- Что такое сегмент кривой?
- Как сделать узлы видимыми?
- Как изменить форму линии?
- Каковы особенности острого узла?
- Каковы особенности гладкого узла?
- Каковы особенности симметричного узла?
- Какие объекты создает инструмент Polyline (Полилиния)?

Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 3 Цвет и заливка. Работа с контуром

**Цель работы:** знакомство с возможностью графического редактора по работе с контуром, использование различных видов заливки замкнутых контуров.

Задание 1. Создать собственную палитру (набор) цветов.

Возможность создания собственной палитры — важное средство для компьютерных художников, работающих с собственными цветами.

1. Выполнить команду Сервис – Редактор палитр (Tools – Palette Editor). Откроется окно Редактор палитр (Palette Editor).

2. Щелкнуть на кнопке Новая палитра (New Palette). Откроется окно Новая Палитра (New Palette).

3. Ввести название палитры в поле **Имя файла** и щелкнуть на кнопке **Сохранить (п**о умолчанию CorelDraw будет сохранять файл с новой палитрой в папке **Corel\Graphicsll\User Custom Data\Palettes)**.

4. Добавим собственные неповторимые цвета в эту палитру – щелкнуть на кнопке Добавить цвет (Add Color). Откроется окно Выбрать цвет (Select Color). 5. Создать цвет. Щелкнуть на кнопке Добавить в палитру (Add to Palette). Щелкнуть на кнопке Закрыть (Close).

Новый цвет займет первую позицию в палитре в окне **Редактор палитр (Palette Editor)**. Аналогично можно добавить в палитру и другие цвета.

Задание 2. Создать иллюстрацию «Транспорт», используя градиентные заливки с различными углами поворота цветовых полос.





Задание 3. Создать иллюстрацию «Пейзаж».

1. Элементы рисунка создавать в следующем порядке.

Рабочее поле листа необходимо разделить на части (небо, земля или вода), для этого с помощью инструмента **Прямоугольник (Rectangle)** построить два прямоугольника. Можно при необходимости воспользоваться инструментом **Ломаная (Polyline)** и построить замкнутые кривые.



2. Используя многоцветную градиентную заливку, заполнить оба пространства цветом с плавным переходом оттенков.

- 3. Убрать контуры кривых.
- 4. Добавить необходимые объекты будущей иллюстрации.
- 5. Сохранить рисунок.





Задание 4. Ответьте на контрольные вопросы

- Объясните разницу между понятиями «контур» и «абрис».
- Какие параметры контура можно изменить?
- Какие виды заливок используются в CorelDraw?
- Какие средства работы с цветом имеет CorelDraw?
- Как произвести однородную (градиентную) заливку объекта?
- Какие параметры градиентной заливки можно задать? Как это сделать?

- Можно ли расширить список заготовок градиентов, поставляемых с пакетом CorelDraw? Как это сделать?
- Можно ли загрузить из внешнего файла узор заливки? Как это сделать?
- Для каких целей используются сетка и направляющие?
- В чем различие между аддитивной и субтрактивной цветовыми моделями?
- Какими параметрами определяется черный цвет в различных цветовых моделях?
- Каковы параметры модели Lab?
- В окне Fountain Fill (Градиентная заливка) есть список Туре (Тип). Какие типы градиентной заливки там присутствуют?
- В чем разница между плашечными и триадными цветами?

Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

## Практическая работа 4 Работа с объектами

Цель работы: знакомство с возможностью графического редактора по созданию объектов, их редактированию, форматированию и другим видам модификации.

Задание 1. Измените порядок расположения объектов.

- 1. Создайте объекты (рис. А).
- 2. Выделите овал.
- Выполните команду Выравнивание Упорядочивание (Arrange – Order). Выполните команду На один уровень назад (Back One). Результат изображен на рис. Б.
- 4. Выделите квадрат.



- Выполните команду Выравнивание Упорядочивание Поверх всех (Arrange – Order – To Front). Щелкните появившейся Черной стрелкой по первому объекту – прямоугольнику. Результат изображен на рис. В.
- 6. Выделите прямоугольник. Выполните команду Выравнивание Упорядочивание (Arrange Order). Выполните команду На один уровень вперед (Back One). Результат изображен на рис. Г.
- 7. Выделите все объекты.
- 8. Выполните команду Выравнивание Упорядочивание Перевернуть порядок (Arrange – Order – Reverse Order). Результат изображен на рис. Д.

Задание 2. Выполните взаимное выравнивание объектов.

1. Создайте объект «Полка» и «Чашка».



2. Получите необходимое количество копий объектов и выполните следующие действия:

- поставьте чашку на правый край стола;
- поставьте чашку в центр стола;
- выровняйте центры объектов по горизонтали;
- выровняйте центры объектов по вертикали.

Задание 3. Создайте следующие рисунки. Разработайте и выполните самостоятельно еще несколько изображений.



Задание 4. Создание орнамента.

С помощью команды Выравнивание – Конвертирование – Вращение можно вращать объекты на определенный угол, смещая при этом центр вращения. В результате можно получить орнаменты с красивым узором.

Порядок создания орнамента

- 1. Постройте с помощью инструмента **Многоугольник (Polygon)** вытянутый по вертикали десятиугольник.
- 2. Выполните команду Выравнивание Конвертирование – Вращение.
- 3. Откроется окно Трансформация (Transformation).
- В группе флажков выбора положения центра вращения – щелкните на нижнем центральном флажке, чтобы центр вращения совместился с



нижним углом десятиугольника. Установите флажок **Относительно** центра (Relative Center). В счетчик Угол (Angle) введите значение 20° и щелчками на кнопке Применить к дубликату (Apply To Duplicate) превратите десятиугольник в изящную розетку.

- 5. Выделите все объекты и задайте толщину контурной линии 4 пункта. Цвет обводки и заливки объектов выберите самостоятельно.
- 6. Если выполнить команду **Выравнивание Комбинировать** (Combine), то орнамент примет более изящный вид.

Задание 5. Создайте свои орнаменты, используя инструменты — Звезда, Прямоугольник, Квадрат, Окружность, Овал, Треугольник.

Задание 6. Построение объекта сложной формы путем объединения.

- 1. Постройте с помощью простейших геометрических фигур каркас бутылки. Каркас бутылки сохраните.
- 2. Отцентрируйте и объедините полученные объекты.
- Выполните заливку, постройте несколько бликов на поверхности бутылки.

Задание 7. Ответьте на контрольные вопросы

- Как расположить объекты вдоль вертикальной или горизонтальной линии на равном расстоянии друг от друга или точно в центре страницы?
- Как изменить порядок расположения объектов?
- Опишите способы комбинирования объектов в CorelDraw.
- Для чего используется группирование объектов?
- В каких случаях полезно воспользоваться операцией группировки объектов?
- Чем отличается группирование объектов от объединения объектов?
- Что в векторных графических редакторах позволяет изменять видимость объектов, образующих рисунок?

Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

#### Практическая работа 5 Работа с текстом

**Цель работы:** знакомство с возможностью графического редактора по работе с текстом, его редактированию, форматированию и другим видам модификации.

Задание 1. Перемещение отдельной буквы фигурного текста.

- 1. Введите фигурный текст (например, свою ФАМИЛИЮ).
- 2. Выделите текст Указатель (Pick).
- 3. Выполните команду Выравнивание Разбить на части (Arrange – Break Blend Apart). Теперь С ЛВО каждая буква будет рассматриваться как отдельная.
- 4. Выделите букву инструментом **Указатель (Pick)** и, удерживая кнопку мыши, переместить отдельную букву.
- 5. Выполните вращение отдельных букв.

Задание 2. Преобразование фигурного тек-Пример Пример ста в кривую и его модификация.

- 6. Введите фигурный текст.
- 7. Выполните команду Выравнивание Преобразовать в кривую (Arrange - Converts To Curves).
- 8. Выделите текст инструментом **Форма (Shape)**.
- 9. Если выделить ВСЕ узлы отдельной буквы текста и воспользоваться кнопкой на панели атрибутов 🗞 , то можно букву переместить и вращать.

Задание 3. Разместить фигурный текст вдоль траектории (у всех строк разные траектории).

Вариант 1	Вариант 2
Наша Таня громко плачет,	Идет бычок, качается,
Уронила в речку мячик.	Вздыхает на ходу:
Тише Танечка не плачь,	<ul> <li>Ох, доска кончается,</li> </ul>
Не утонет в речке мяч.	Сейчас я упаду!
Вариант 3	Вариант 4
Уронили мишку на пол,	Самолет построим сами,
Оторвали мишке лапу.	Понесемся над лесами.
Все равно его не брошу –	Понесемся над лесами,
Потому что он хороший.	А потом вернемся к маме.
Вариант 5	Вариант б
Я люблю свою лошадку,	Нет, напрасно мы решили
Причешу ей шерстку гладко,	Прокатить кота в машине:
Гребешком приглажу хвостик	Кот кататься не привык –
И верхом поеду в гости.	Опрокинул грузовик.
Вариант 7	Вариант 8
Ветер, ветер, поскорей	Солнышко-вёдрышко
Тучу темную развей!	Всем нам улыбается.
Солнце, солнышко, гори,	День погожий на дворе —
Всем нам радость подари!	Вёдро называется.
Вариант 9	Вариант 10
Ехали лесочком	Дождик, дождик, припустись!
По рытвинам да кочкам.	Дождик, дождик не скупись!
Ой, вы кочки, кочки!	
	Дождик, лей! Дождик, лей!
Растеряли бочки.	Дождик, лей! Дождик, лей! Лей, водицы не жалей!
Растеряли бочки. Вариант 11	Дождик, лей! Дождик, лей! Лей, водицы не жалей! Вариант 12
Растеряли бочки. Вариант 11 По капельке меда	Дождик, лей! Дождик, лей! Лей, водицы не жалей! Вариант 12 – Баю-баюшки-баю,
Растеряли бочки. Вариант 11 По капельке меда С каждого цветочка	Дождик, лей! Дождик, лей! Лей, водицы не жалей! Вариант 12 – Баю-баюшки-баю, Не ложися на краю.
Растеряли бочки. Вариант 11 По капельке меда С каждого цветочка Собирали пчелы.	Дождик, лей! Дождик, лей! Лей, водицы не жалей! Вариант 12 – Баю-баюшки-баю, Не ложися на краю. Придет серенький волчок,

Задание 4. В созданном фигурном тексте (четверостишие) изменить расстояние между буквами (кернинг) фигурного текста.

1. Выделить текст инструментом Форма (Shape).

Слева от каждого символа появится квадратная метка, справа от текста – символ **кернинга**, а слева – символ интерлиньяжа.

2. Установить курсор мыши на символ кернинга.

3. Перемещать мышь при нажатой кнопке вправо/влево. Расстояние между буквами будет увеличиваться/уменьшаться.

Для изменения расстояния между словами необходимо перемещать мышь при нажатой клавише **Shift**.

Задание 5. Озаглавить свое четверостишие и, используя Интерактивную оболочку, изменить форму заголовка.

Задание 6. С помощью эффекта Фигурная подрезка (PowerClip) – заголовок текста украсьте картинкой (картинка произвольная).

1. Импортируйте картинку в CorelDraw.

- Выполните команду Файл Импортировать (File Import).
- В диалоговом окне выберите файл с картинкой и щелкните по кнопке **ОК**.

• На рабочем поле страницы растяните рамку для будущей картинки.

2. Создайте фигурный текст.

3. Выделите картинку с помощью инструмента Указатель (Pick).

4. Выполните команду Эффект – PowerClip (Effects – PowerClip).

5. Появившейся **Черной стрелкой** щелкните по тексту, куда должна поместиться картинка.

Можно воспользоваться правой кнопкой мыши и перетащить картинку на текст, при этом в контекстном меню выбрать команду **Закрепить внутри**.

Задание 7. Создайте эмблему.

- 1. Откройте новый документ, выполнив команду **Файл – Новый (File – New)**.
- 2. В окне Масштаб (Zoom Levels) из выплывающего списка выберите По ширине (To Width) 284%
- 3. Выберите инструмент Живопись (Artistic Media Tool) на панели инструментов.



- 4. Убедитесь, что кнопка Заготовка (Preset) на панели атрибутов нажата.
- 5. В окне Толщина инструмента Живописи (Artistic Media Tool Width) на панели атрибутов введите 3,262 mm.
- 6. Из выпадающего списка Список Заготовок (Preset Stroke List) на панели атрибутов выберите образец линии
- 7. Используя инструмент **Живопись (Artistic Media Tool)**, нарисуйте линию. Залейте заготовку черным цветом на цветовой палитре.
- 8. Выберите **Правка Дублировать (Edit Duplicate)**, чтобы создать другую линию, повторите эту операцию еще 2 раза, чтобы у вас было четыре полосы.
- 9. Выберите одну линию инструментом Указатель (Pick).
- 10. В окне Угол поворота (Angle of Rotation) на панели атрибутов, введите 270 и нажмите <Enter>.
- 11. Перетащите повернутую линию в позицию так, чтобы она пересекала вершину первой линии.
- 12. Выберите другую линию, используя инструмент Указатель (Pick).
- 13. В окне **Угол поворота (Angle of Rotation)** на панели атрибутов введите 90 и нажмите **< Enter**>.
- 14. Перетащите повернутую линию в позицию так, чтобы она пересекала основание первоначальной линии.
- 15. Выберите последнюю линию, используя инструмент Указатель (Pick). Щелкните кнопкой Зеркальное отражение (Mirror Buttons)
   на панели атрибутов.
- 16. Перетащите линию в позицию так, чтобы она завершила квадрат.
- 17. Выберите инструмент **Живопись (Artistic Media Tool)**. Убедитесь, что сохранились прежние настройки.
- 18. Инструментом **Живопись (Artistic Media Tool**) нарисуйте горизонтальную линию с петлей. И залейте ее черным цветом.
- 19. Перетащите линию в позицию сверху квадрата.
- 20. Выберите инструмент Кривая Безье (Bezier Tool).
- 21. Щелкните в левом углу крышки, вверху, ниже петли, в правом углу, справа и посередине. Щелкните по первому узлу, который вы создали инструментом **Кривая Безье (Bezier Tool)**, чтобы завершить форму.

- 22. Откройте дополнительную панель инструмента Однородная Заливка (Fill Tool). Перейдите на закладку Модели (Models).
- 23. Из списка Модели (Models) выберите RGB.
- 24. В блоке **R** введите 102.
- 25. В блоке **G** введите 102.
- 26. В блоке В введите 35.
- 27. Щелкните по кнопке ОК.
- 28. В меню Выравнивание (Arrange) выберите Упорядочивание На один уровень назад (Order То Back), чтобы переместить форму позади линий вершины.
- 29. Выберите инструмент Кривая Безье (Bezier Tool).
- 30. Щелкните в верхнем левом углу квадрата, в центре верхней линии, в центре квадрата, в центре левой линии, по первому узлу, который вы создали инструментом Кривая Безье (Bezier Tool), чтобы завершить форму.
- 31. Заполните форму оливковым цветом.
- 32. В меню Выравнивание (Arrange) выберите Упорядочивание На один уровень назад (Order То Back), чтобы разместить форму позади линии квадрата.
- Повторите предшествующие шаги в нижней правой стороне квадрата, чтобы создать второй оливковый квадрат.
- 34. Инструментом **Кривая Безье (Bezier Tool)** щелкните в верхнем правом углу квадрата, чтобы начать форму.
- 35. Щелкните в центре верхней линии, в центре квадрата, в центре правой линии, по первому узлу, который вы создали инструментом **Кривая Безье (Bezier Tool)**, чтобы завершить форму.
- 36. Залейте темно-желтым цветом.
- 37. В меню Выравнивание (Arrange) выберите Упорядочивание На один уровень назад (Order – То Back), чтобы разместить форму позади линии квадрата.
- 38. Повторите предшествующие шаги в нижней левой стороне квадрата, чтобы создать второй темно-желтый квадрат.
- 39. Используя инструмент **Прямоугольник (Rectangle Tool)**, создайте квадрат в пустой области рисунка.
- 40. В меню Правка (Edit) выберите команду Копировать (Сору).

- 41. В меню **Правка (Edit)** выберите команду **Вставить (Paste)**, чтобы разместить дубликат квадрата поверх первоначального.
- 42. Выбрите инструмент **Указатель (Pick)** и уменьшите размеры квадрата-дубликата.
- 43. Выберите больший квадрат, закрасьте его **красным** цветом и придайте ему толщину контура 2,8.
- 44. Выберите меньший квадрат и, создав для него цвет R, G, B 229, 255, 229 соответственно, закрасьте его.
- 45. Задайте этому квадрату контур также 2,8.
- 46. Сгруппируйте оба квадрата.
- 47. Поверните их на угол 45°Перетащите квадраты на ваш рисунок, если требуется, измените их размеры.
- 48. Нарисуйте чашку. Инструментом Эллипс (Ellipse Tool) нарисуйте эллипс, нажмите кнопку Сектор (Pie) на панели атрибутов и введите значения в поля Начальный и конечный путь (Starting and Ending Angles) – 180 и 0.
- 49. Нарисуйте еще два эллипса. Один будет вверхом чашки, другой основанием. Задайте заливку рисунку.
- 50. Добавьте ручку к чашке. Инструментом Эллипс (Ellipse Tool) нарисуйте эллипс, нажмите кнопку Дуга (Arc) на панели свойств и введите значения в поля Начальный и конечный путь (Starting and Ending Angles) – 245 и 130.
- 51. Добавьте пар над чашкой. Инструментом **Живопись** (Artistic Media Tool) нарисуйте три полоски и сгруппируйте их.
- 52. Переместите чашку на рисунке, предварительно сгруппировав ее, и задайте размеры.
- 53. Вставьте баннер. Нарисуйте прямоугольник, задайте толщину контура и заливку. Воспользуйтесь инструментом **Текст (Text Tool)** для надписи «Кофе Чай».
- 54. Сохраните рисунок (он потребуется в следующей работе).



#### Задание 8. Создайте самостоятельно эмблемы.



Задание 9. Ответьте на контрольные вопросы

- Каковы разновидности текстов в CorelDraw?
- Как создать фигурный текст?
- Чем фигурный вид текста отличается от простого текста?
- Как расположить фигурный текст вдоль кривой графического объекта?
- Какие изменения можно выполнить с помощью инструмента Shape (Форма) в текстовых объектах?
- В каких диалоговых окнах присутствует список Fonts (Шрифты)?
- Что произойдет, если выделить и удалить траекторию текста (путь)?
- Какие начертания шрифта наиболее распространены?
- Какие параметры текста измеряются в пунктах?

Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 6 Применение эффектов

**Цель работы:** применение различных эффектов к созданным изображениям.

Задание 1. Создать эффект экструзии (выдавливания) для перспективного изображения объекта.





Задание 2. Настройте эффект подсветки для объекта изображения.

- 1. Откройте изображение объекта, полученное в предыдущем задании.
- 2. Выделите изображение объекта инструментом Интерактивная экструзия (Interactive Extrude).
- 3. Щелкните на пиктограмме Освещение (Lighting) на панели свойств. Откроется окно.
- Выберите источник света, щелкнув на «выключателях», расположенных слева. Выбранный источник света размещается в правом верхнем углу сетки. Если необходимо



изменить положение источника света (переместить его в другой узел сетки), отрегулируйте яркость активного источника света ползунком Интенсивность (Intensity).

Задание 3. Создайте изображение «Деталь».

**Указание:** сначала создайте плоские изображения, используя различные методы объединения объектов. Только после этого примените эффект объема.





Задание 4. Используя эффект перетекания вдоль траектории, создайте рисунок «Елочка».

Задание 5. Нарисовать воздушный шар.

- 1. Создайте три эллипса (рисунок слева).
- 2. Удалите контур у каждого эллипса.
- 3. Создайте перетекание между эллипсами 1 и 2.

- 4. Создайте перетекание между конечным объектом предыдущего перетекания и эллипсом 3.
- 5. Законченное изображение воздушного шарика на рисунке справа.



Задание 6. Создайте несколько вариантов круглых и прямоугольных трехмерных кнопок с надписями.



Задание 7. Создайте рисунок «Цветок».



Задание 8. Создайте рисунок «Елочная игрушка».



Задание 9. Создайте рисунок «Виноград».



Задание 10. Ответьте на контрольные вопросы

- Как выбрать траекторию при использовании эффекта Blend (Перетекание \ Пошаговый переход)?
- Что такое Bevel (Фаска) и каковы ее параметры?
- Каким инструментом редактируют эффект Envelope (Оболочка)?
- Какие инструменты интерактивных эффектов есть в программе?
- Сколько и каких вкладок содержит пристыкованное окно эффекта Extrude (Выдавливание \ Экструдирование)?
- Каково действие линзы «Рыбий глаз»? Каковы разновидности текстов в CorelDraw?
- Как определяется цвет при выполнении интерактивного перетекания?
- Назначение команды Ускорение объекта и цвета при выполнении перетекания.

Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

#### Контрольные вопросы

- 1. Для каких целей используется графический редактор CorelDraw?
- 2. Как нарисовать линию (прямоугольник, эллипс, пятиугольник, звезду, спираль, блок-схему) в CorelDraw?
- 3. Как выделить объект и какие действия можно осуществить с выделенным объектом?
- 4. Каким образом осуществляется перемещение, копирование и удаление выделенного объекта?
- 5. Как изменить размер объекта?
- 6. Как получить зеркальное отображение объекта?
- 7. Как осуществить перекос (поворот) объекта?
- 8. Как изменить толщину (цвет, стиль) контура объекта?
- 9. Какие средства работы с цветом имеет CorelDraw? Как произвести однородную (градиентную) заливку объекта?

- 10. Как расположить объекты вдоль вертикальной или горизонтальной линий на равном расстоянии друг от друга или точно в центре страницы?
- 11. Как изменить порядок расположения объектов?
- 12. Как ввести и отформатировать простой (фигурный) текст?
- 13. Как расположить фигурный текст вдоль кривой графического объекта?
- 14. Какие эффекты и как можно применить к объектам в CorelDraw?
- 15. Как преобразовать векторные объекты в растровое изображение?
- 16. Как преобразовать растровый объект в векторный?
- 17. Как вставить нужный символ (рисунок) в документ CorelDraw?
- 18. Как сохранить (открыть) CorelDraw-документ?
- 19. Как установить параметры печати и распечатать CorelDraw-документ?

# Тест

1. Какой режим просмотра макета существует в программе CorelDRAW?

а) упрощенный каркас;

б) художественное оформление;

в) коррекция.

2. В программе CorelDRAW в замкнутой кривой:

а) количество узлов равно количеству сегментов;

б) количество узлов на 1 больше количества сегментов;

в) количество узлов на 1 меньше количества сегментов.

3. Если в CorelDRAW выделить узел объекта и нажать клавишу Delete:

а) узел будет удален, кривая не разомкнется;

б) узел будет удален, кривая разомкнется;

в) узел не будет удален.

**4.** Для CorelDRAW основными являются следующие форматы файлов:

a).CDR;

б).PDF;

в).WMF;

- г) .CGM;
- д).EPS;

e).CMX.

**5.** В CorelDRAW эффект Оболочка (Envelope) применяется к следующим типам объектов:

а) к замкнутым объектам и художественному тексту;

- б) к разомкнутым кривым;
- в) к любым объектам и тексту.

**6.** В CorelDRAW при применении эффекта Оболочка (Envelope) к блочному (Paragraph) тексту:

- а) изменяется форма букв;
- б) изменяется форма текстовой рамки;

в) изменяется форма букв и текстовой рамки;

г) ничего не изменяется.

**7.** В CorelDRAW для изменения порядка наложения объектов внутри группы необходимо:

- а) выполнить одну из команд группы Упорядочить Порядок (Arrange – Order);
- б) воспользоваться Диспетчером объектов (Object Manager);
- в переместить объект с помощью горячих клавиш;

г) это сделать невозможно.

**8.** В CorelDRAW для создания дубликата во время перемещения объекта необходимо:

- а) удерживать клавишу Alt;
- б) удерживать клавишу Ctrl;
- в) удерживать клавиши Shift;
- г) удерживать клавиши Ctrl-Alt-Del;
- д) щелкнуть правой кнопкой во время перемещения.

9. В CorelDRAW текстовый блок расположить вдоль контура:

а) возможно, только вдоль замкнутого;

- б) возможно, только вдоль разомкнутого;
- в) возможно.

**10.** В CorelDRAW для создания квадрата или круга необходимо удерживать клавишу:

- a) Ctrl;
- б)Alt;

в) Shift.

11. В CorelDRAW щелчок левой кнопкой мыши по уже выделенному объекту дает возможность:

- а) масштабировать;
- б) вращать;

в) искажать;

г) перекрашивать.

**12.** В CorelDRAW для сохранения пропорций объекта при масштабировании объекта с помощью углового манипулятора нужно удерживать клавишу:

- a) Ctrl;
- б) клавишу удерживать не нужно;
- в) Alt;

г) Shift.

**13.** В CorelDRAW конфигурацию меню и палитр на рабочем столе позволяет изменить настройка:

- a) Рабочий стол (Workspace);
- б) Панели инструментов (Toolbox);
- в) Настройки (Customize).

14. В CorelDRAW об объекте типа эллипс (ellipse) можно сказать, что:

а) у эллипса можно вырезать конкретный сектор;

б) из эллипса можно сделать дугу;

в) у эллипса нельзя поменять толщину контура;

г) эллипс нельзя сделать прозрачным.

**15.** В CorelDRAW PostScript заливку на экране просмотреть возможно:

а) только при печати;

б) выбрав соответствующий режим просмотра;

в) изменив свойства экрана.

**16.** В CorelDRAW один объект в кривых может иметь минимальное число узлов:

а) один;

б)два;

в) три.

17. В CorelDRAW к эффектам, позволяющим искажать объект, перемещая узлы контейнера, относятся:

a) Оболочка (Envelope);

б) Выдавливание (Extrude);

в) Перспектива (Add perspective);

г) Контур (Contour).

**18.** В CorelDRAW соединяет несколько объектов, сохраняя их заливки, команда:

```
a) Комбинировать (Combine);
```

```
б) Прикрепить (Attach);
```

в) Группировать (Group);

г) Объединение (Merge).

**19.** В CorelDRAW позволяет выделить те объекты, которые не выделены, или отменить выделение тех объектов, которые выделены, клавиша:

a) Ctrl;

б) Shift;

в) Alt.

**20.** В CorelDRAW нет градиента:

а) линейного (Linear);

```
б) радиального (Radial);
```

```
в) конического (Conical);
```

г) отраженного (Reflected);

д) квадратичного (Square).

# 21. В CorelDRAW в данной иллюстрации исполь-

зовался эффект:

a) Контур (Contour);

б) Перетекание (Blend);

в) Оболочка (Envelope);


г) Выдавливание (Extrude);

д) Прозрачность (Transparency).

22. Набор пиктограмм с изображением инструментов для рисования, палитра, рабочее поле, меню образуют:

а) среду графического редактора;

б) полный набор графических примитивов редактора;

в) перечень режимов работы графического редактора.

**23.** Какой инструмент рисует кривые сложной формы по специальным математическим формулам в векторном графическом редакторе CorelDRAW?

б) кривая;

а) кривая Безье;

в) художественная кисть.

**24.** Какого вида текста в векторном графическом редакторе CorelDRAW не бывает?

а) простого;

б) объемного;

в) фигурного.

**25.** Какой инструмент в векторном графическом редакторе CorelDRAW позволяет модифицировать контуры объектов, смещая их по выбранным пользователем огибающим или при перемещении опорных точек?

а) конверт;

б) инструмент интерактивного контура;

в) интерактивная оболочка.

**26.** Какой инструмент в векторном графическом редакторе CorelDRAW позволяет выбирать цвет контура пли элемента заливки в качестве текущего цвета?

а) заливка;

б) пипетка;

в) конверт.

27. Какую клавишу нужно удерживать в векторном графическом редакторе CorelDRAW, чтобы зеркально изменить форму двух противоположных сторон огибающей при перемещении одного из узлов? а) SHIFT;

- б)CTRL:
- в) ALT.

**28.** Какого режима искажения объектов не существует в векторном графическом редакторе CorelDRAW?

а) втягивание и выталкивание;

б) кручение;

в) заклепка.

**29.** Какие трансформационные искажения можно производить над объектами в программе CorelDRAW?

- а) скольжение;
- б) наклон;
- в) зеркальное отображение;
- г) масштабирование;
- д) поворот.

30. С помощью какого трансформационного искажения можно произвести такие преобразования над объектами?

- а) смещение;
- б) перемещение;

в) наклон.

**31.** Какой из параметров отображается на панели свойств при выборе инструмента Прямоугольник (Rectangle)?

а) скругление всех углов;

б) скругление только правых углов прямоугольников;

в) скругление только левых углов прямоугольника.

**32.** При преобразовании эллипса в сектор и дугу для задания координат используют:

а) инструмент Форма для указания координат вручную;

б) поля панели свойств для указания начального и конечного углов секторов и дуг;

в) инструмент Свободная форма для указания координат вручную.

**33.** Удержанная клавиша Shift при построении многоугольника позволяет:

а) построить многоугольник по диагонали;

б) построить многоугольник от центральной точки в стороны;

в) построить правильный многоугольник.

**34.** Какой параметр доступен на панели свойств при выбранном инструменте Многоугольник (Polygon)?

а) количество вершин или сторон многоугольника;

б) начальный и конечный углы;

в) скругление углов.

**35.** Удержанная клавиша Ctrl при построении эллипса позволяет: а) строить его от центральной точки во все стороны;

б) построить фигуру, представляющую собой круг.

**36.** При преобразовании эллипса, используя инструмент Форма и оставляя курсор мыши внутри эллипса, получим:

а) дугу;

б) объект останется неизменным;

в) сектор.

37. Удержанная клавиша Shift при построении эллипса позволяет:

а) построить фигуру, представляющую собой круг;

б) строить его от центральной точки во все стороны.

38. Что включает в себя понятие шрифт?

а) гарнитуру;

б) кегль;

в) начертание символов.

**39.** Какие манипуляции можно произвести с текстом в программе CorelDRAW?

а) зеркально отобразить;

б) наклонить;

в) повернуть.

40. Какие виды текстов существуют в CorelDRAW?

- а) абзацный;
- б) строчный;
- в) интервальный;
- г) курсив.

41. Направление направляющей кривой Безье определяет:

- а) координаты узлов кривой;
- б) изгиб кривой при редактировании;
- в) степень кривизны.

42. Для чего используется симметричный узел?

- а) для соединения двух симметричных сегмента кривой;
- б) для создания асимметричного объекта;
- в) для получения кривой с плавным изгибом.

43. Узел можно назвать гладким, если:

- а) касательные, проведенные к двум прилегающим к нему сегментам, лежат на одной прямой;
- б) касательные, проведенные к двум прилегающим к нему сегментам, не лежат на одной прямой.
- **44.** Как строится кривая с помощью инструмента Кривая Безье? а) пошаговым созданием узлов;
- б) с помощью задания координат ХУ расположения узлов;
- в) строится первый узел, а затем неотрывным движением мыши от него строится кривая.

45. Можно ли удалить исходные объекты, участвовавшие в пересечении?

а) можно, только вместе с итоговым объектом;

- б) нельзя;
- в) можно.

46. Существует ли возможность восстановления или извлечения исходных объектов, участвовавших в комбинировании?

- а) да, это обратимый процесс;
- б) нет;
- в) это частично обратимый процесс.

47. В результате какой операции образуется исходная фигура?



- а) комбинирования;
- б) пересечения;
- в) исключения.

48. Что происходит с объектом в результате операции объединения?

а) внутренние границы пересекающихся участков объектов исчеза-

ют, остается контур итоговой фигуры;

- б) пересекающиеся при объединении участки удаляются;
- в) пересекающиеся участки становятся закрашенными.

**49.** Какими параметрами обладает линейная градиентная заливка? а) положением;

- б) шагами;
- в) наклоном направляющей.

50. В каких случаях используется узел точка перегиба?

- а) на концах кривых;
- б) когда требуется получить кривую с плавным изгибом;
- в) когда кривая должна перегибаться, как бы «ломаясь» в узловой точке.

## Тема 6. ТРЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА

### Учебные вопросы

- 1. Особенности трехмерной графики.
- 2. Технология создания изображений с использованием трехмерной графики.
- 3. Преимущества и недостатки 3D-графики перед 2D-объектами.
- 4. Основные понятия трехмерной графики.
- 5. Программные средства обработки трехмерной графики.

### Изучив данную тему, студент должен

*иметь представление* об трехмерной графике как разделе компьютерной графики по работе с трехмерными изображениями;

знать:

- особенности работы с трехмерными изображениями;
- преимущества и недостатки трехмерных изображений;
- пакеты прикладных программ, предназначенных для работы с трехмерными изображениями;

уметь:

- распознавать трехмерные изображения;
- создавать трехмерные изображения;
- модифицировать трехмерные изображения, применив к ним приемы рендеринга, анимации и моделирования;

владеть навыками работы с пакетами прикладных программ по работе с трехмерными изображениями (на примере редактора 3D-Studio MAX).

### Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по лекциям 11 и 12;
- акцентировать внимание на основных понятиях трехмерной графики и методах работы с трехмерными изображениями в прикладных программах;
- выполнить задания:
  - практическая работа 1;
  - практическая работа 2;
  - практическая работа 3;

- практическая работа 4;
- практическая работа 5;
- практическая работа 6;
- практическая работа 7;
- практическая работа 8;
- выполнить тест по теме «Трехмерная графика»;
- ответить на контрольные вопросы по теме 6.

## Лекция 11. Основные понятия трехмерной графики

### Особенности трехмерной графики

**Трехмерная графика** (3D-графика) — раздел компьютерной графики, охватывающий алгоритмы и программное обеспечение для оперирования объектами в трехмерном пространстве, а также результат работы таких программ.

3D-графика дает возможность создавать реалистичные проекты. Такая компьютерная графика позволяет создавать:

- архитектурное изображение (интерьер, экстерьер, анимация);
- рекламные ролики;

- спецэффекты;

- 3D-анимацию;

- электронный каталог (презентация);

- реалистичных персонажей.

Современные технологии позволяют создать с помощью 3D-графики *виртуальные миры*, превосходящие реальный мир. Это позволяет расширить границы воздействия на пользователя и улучшить качество рекламы, преподносимой пользователю в этих самых виртуальных мирах.

При дистанционной демонстрации технологически сложных узлов 3D-графика является просто незаменимым средством. Ведь одно дело изобразить на рисунке или чертеже двумерное изображение какого-либо предмета и совсем другое — изобразить взаимодействие нескольких узлов с помощью 3D-анимации.

В трехмерном изображении можно более наглядно увидеть все тонкости строения узла механизма либо какого-то сооружения. В нем можно увидеть скрытые части конструкции сооружения. Качественный трехмерный дизайн имеет идеальный вид, что способствует позитивному восприятию презентации в целом.

В Интернете компании предлагают создание сайтов в трехмерном изображении потому, что это модно и эффектно. Дизайн сайта становится привлекательным и более реалистичным.

3D-графика — незаменимый инструмент при строительстве и промышленном дизайне. Можно предварительно просмотреть интерьер помещения и многое другое.

С помощью 3D-графики можно предоставить возможность предварительного просмотра архитектурной визуализации.

Трехмерная графика предназначена для имитации фотографирования или видеосъемки трехмерных образов объектов, которые должны быть предварительно подготовлены в памяти компьютера. При использовании средств трехмерной графики синтез изображения выполняется по алгоритму, включающему в общем случае следующие этапы:

- предварительная подготовка;

- создание геометрической модели сцены;

- настройка освещения и съемочных камер;

- подготовка и назначение материалов;

- визуализация сцены.

3D-графика поможет в случаях, когда требуется встроить воображаемую сцену в изображение реального мира. Можно представить и иную ситуацию: не воображаемый объект встраивается в реальный фон, а наоборот, изображение реального объекта встраивается в трехмерную сцену как ее составная часть. Такой способ использования 3D-графики применяют, например, для создания виртуальных выставочных залов или галерей, по стенам которых развешаны изображения реальных картин.

Трехмерная графика помогает и там, где выполнение реальной фотосъемки невозможно, затруднительно или требует значительных материальных затрат, а также позволяет синтезировать изображения событий, которые не встречаются в обыденной жизни. Главные аргументы в пользу 3D-графики появляются тогда, когда речь заходит о создании компьютерной мультипликации с помощью методов анимации трехмерных сцен.

**Недостатками** трехмерной графики, которые следует учитывать при выборе средств для разработки ваших будущих графических проектов, можно условно считать:

- повышенные требования к аппаратной части компьютера, в частности, к объему оперативной памяти, наличию свободного места на жестком диске и быстродействию процессора;
- необходимость большой подготовительной работы по созданию моделей всех объектов сцены, которые могут попасть в поле зрения камеры, и по присвоению им материалов. Впрочем, эта работа обычно окупается полученным результатом;
- меньшую, чем при использовании двумерной графики, свободу в формировании изображения. Имеется в виду, что при рисовании картины карандашом на бумаге или средствами двумерной графики на экране компьютера существует возможность совершенно свободно искажать любые пропорции объектов, нарушать правила перспективы и т.п., если это необходимо для воплощения художественного замысла;
- необходимость контроля за взаимным положением объектов в составе сцены, особенно при выполнении анимации. В связи с тем, что объекты трехмерной графики «бестелесны», легко допустить ошибочное проникновение одного объекта в другой или ошибочное отсутствие нужного контакта между объектами.

3D-графика позволяет представить создаваемый объект в виде виртуальной объемной модели, которую можно рассматривать с любых сторон, в разных ракурсах, в условиях различного освещения и т. п.

Этот вид графики появился на свет благодаря развитию **CAD-про**грамм (computer-aided design) — инженерных компьютерных систем автоматизированного проектирования (САПР), которые начали использоваться в середине 80-х годов прошлого века. Сегодня методы 3D-графики применяются не только при проектировании продукции машиностроения, но и в строительстве, архитектуре, кинематографе, на телевидении, в компьютерных играх, полиграфии, информационном обеспечении современных электронных средств связи, дизайне интерьера, моделировании изделий декоративно-прикладного искусства и пр.

### Технология создания изображений с использованием трехмерной графики

**Технология создания** изображений в 3D-графике существенно отличается от привычных методов, используемых в 2D-графике. Она состоит из нескольких этапов.

1. На первом этапе строится каркас 3D-объекта. При этом поверхность объекта часто составляется из так называемых примитивов, т.е. простейших геометрических фигур, соединенных друг с другом общими сторонами. При конструировании каркас может подвергаться всевозможным деформациям — изгибу, кручению, масштабированию и т.д. Методы создания каркасных 3D-моделей весьма разнообразны, что позволяет в итоге моделировать объекты любой сложности.

2. Второй этап состоит в «натягивании» на каркас материала, образующего поверхность 3D-объекта. Выбранный материал задает основные свойства поверхности объекта: цвет, текстуру, прозрачность и др. В качестве материала можно использовать различные растровые изображения.

3. На третьем этапе необходимо разместить в виртуальном пространстве источники света, обеспечивающие освещение объекта. Без освещения объект не будет виден. На этом же этапе в сцену можно ввести одну или несколько камер, через которые можно наблюдать сцену. Этот этап очень напоминает работу на съемочной площадке киностудии.

4. На четвертом этапе дизайнер может задать фон для съемки, а также установить некоторые характеристики внешней среды, например, создать иллюзию тумана, падающего снега и др. В целом набор объектов, источников света и камер, размещенных в виртуальном пространстве, а также описание фона, атмосферы и других атрибутов в 3D-графике называется сценой.

5. На пятом этапе выполняется так называемый рендеринг (от англ. render). Он состоит в том, что компьютер, используя все особенности сцены, формирует и выводит на экран окончательное изображение. Это изображение записывается в файл растрового формата и становится уже двумерным. 6. На шестом этапе дизайнер может «оживить» сцену, заставив объекты двигаться или изменять свои параметры. Для этого задаются начальное, конечное и несколько промежуточных положений объекта, после чего вновь выполняется рендеринг. Компьютер рассчитает все промежуточные положения объекта, построит по ним ряд растровых изображений и запомнит их в виде последовательных кадров. Теперь результат рендеринга будет уже другим. В совокупности кадры будут представлять собой анимацию сцены (видеоклип).

Разработка сцены — весьма трудоемкий процесс. Обычно большую часть времени у компьютерного дизайнера отнимает построение каркаса модели. В зависимости от сложности этот этап может занимать от нескольких минут до многих дней. Добавление таких деталей, как цвет и текстура, происходит сравнительно быстро, особенно если под рукой есть готовые материалы. Рендеринг сцены с высоким разрешением может занять от нескольких секунд до многих часов, в зависимости от сложности объектов, насыщенности ими сцены и производительности компьютера.

## Преимущества и недостатки 3D-графики перед 2D-объектами

В сравнении с плоским изображением трехмерное обладает рядом преимуществ, которые до сих пор не до конца изучены, и многие профессионально занимающиеся 3D-технологиями заявляют о недостаточной на данный момент изученности трехмерной графики и прогнозируют в будущем открытие новых ярких и непостижимых эффектов 3D. Рассмотрим некоторые **преимущества**, которые открывает мир объемных изображений:

1. Высокая информативность отдельных зон экрана (в сложных объектах). Сложные геометрические построения в 3D-формате лег-ко читаемы и вполне понятны (например, изображение смешан-но-составного химического соединения). В 2D-режиме такую графику разместить невозможно.

2. Преимущества при вращении объекта. В обычном пространстве никакого дополнительного информационного плюса смещение объектов вперед-назад не дает, зато в 3D-графике картинка полностью меняется — объект разворачивается под другим углом так, что можно увидеть его расположение и местонахождение других объектов относительно главной фигуры. 3. Новые возможности перспективы. В двумерной графике для воспроизведения иллюзии пространства используются принципы создания перспективы: есть несколько планов представления (близкий более крупный, удаленный — мелкий), горизонт (как центр экспозиции), тени и т. д. Но подобные приемы не всегда дают точную информацию об объекте. В 3D-формате зритель сразу улавливает реальные пропорции предметов, их расположение в пространстве — и для этого ему требуется только раз взглянуть на картинку. Этот закон действует даже на объекты, размещенные хаотично на разном удалении друг от друга.

4. Новые формы диаграмм. В 3D-графике можно добавлять новые переменные в большом количестве, не теряя при этом информативности и читабельности самой диаграммы.

5. Влияние на физические реакции зрителя. При правильном моделировании сцены в 3D можно создать эффект дезориентации зрителя в пространстве, например эффект головокружительной гонки, падения, резкого опрокидывания и т.д. Человек примеряет на себя эту реальность и становится как бы частью ее, воспринимая как действительность. Таких эффектов в 2D-графике достичь почти невозможно.

И все же основным преимуществом трехмерных изображений является возможность создавать нечто новое: в мире 3D нет отработанных схем, стандартных эффектов. Здесь можно изобретать любые неожиданные решения, которых до вас еще никто не применял, и поле для экспериментов практически безгранично.

Несмотря на все плюсы трехмерных изображений, они не лишены и некоторых минусов, которые нужно учитывать при разработке графических проектов. К **недостаткам** 3D-графики можно отнести:

- высокие требования к аппаратной составляющей компьютера:
  к его оперативной памяти, быстроте работы процессора и т. д.;
- необходимость больших временных затрат на создание моделей всех объектов сцены, могущих оказаться в поле зрения камеры. Конечно, такая работа стократно окупается результатом;
- меньшую свободу в создании изображения, чем в двумерной графике. Создавая объект карандашом на бумаге или средствами 2D-графики на экране, можно совершенно свободно искажать пропорции

объектов, пренебрегать законами перспективы и пр. В 3D-формате это возможно только в наиболее мощных пакетах, но даже в них это требует дополнительных усилий и изобретательности;

- необходимость постоянно отслеживать взаимное положение объектов в составе сцене, в частности, при создании 3D-анимации. Так как объекты 3D-графики «бестелесны», они легко проникают друг в друга и важно контролировать отсутствие ненужного контакта между ними.
- Можно привести простой пример: модель персонажа анимации вместо того, чтобы сидеть на стуле, может полностью в него «провалиться» или зависнуть в воздухе. С этой же причиной связана необходимость использования приемов для деформации объектов при их столкновении между собой или разрешении. Если упустить этот момент, то, например, два сталкивающихся между собой персонажа просто пройдут друг сквозь друга.

## Лекция 12. Основные принципы работы с трехмерной графикой

#### Основные понятия трехмерной графики

Для создания трехмерной графики используются специальные программы, которые называются **редакторами трехмерной графики**, или 3D-редакторами. Результатом работы в любом редакторе трехмерной графики является анимационный ролик или статическое изображение, просчитанное программой. Чтобы получить изображение трехмерного объекта, необходимо создать в программе его объемную модель.

Модель объекта отображается в четырех окнах проекций. Такое отображение трехмерной модели используется во многих редакторах трехмерной графики и дает наиболее полное представление о геометрии объекта. При этом в трехмерных редакторах используются всего два вида проекций:

**1.** Параллельные (аксонометрические). При построении аксонометрической проекции трехмерного объекта его отдельные точки сносятся на плоскость проекции параллельным пучком лучей. Плоскость аксонометрической проекции располагается перпенди-

кулярно всей совокупности проекционных лучей. При аксонометрической проекции не происходит искажения горизонтальных и вертикальных размеров, но искажаются размеры, характеризующие «глубину» объекта.

2. Центральные (перспективные). При построении центральной проекции трехмерного объекта его отдельные точки сносятся на плоскость проекции пучком лучей, исходящих из одной точки, соответствующей положению глаза наблюдателя. Плоскость центральной проекции располагается перпендикулярно только одному, центральному лучу, соответствующему линии визирования сцены. При центральной проекции оказываются искаженными все размеры объекта.

Для определения яркости и цвета каждой точки поверхностей объектов в трехмерной графике используются различные *алгорит*-*мы тонированной раскраски* (shading) сетчатых оболочек. При посто-янной раскраске каждая грань оболочки объекта изображается как плоская площадка, яркость которой зависит от ориентации нормали грани по отношению к направлению лучей падающего света и направлению взгляда наблюдателя.

Поскольку оболочки трехмерных объектов разбиты на треугольные грани искусственно, то необходимо принимать специальные меры, обеспечивающие сглаживание ребер между гранями. При использовании алгоритмов раскраски, отличных от постоянной, сглаживание достигается за счет того, что ориентация нормали в каждой точке плоской грани считается переменной и рассчитывается как промежуточная между исходными ориентациями нормали данной грани и трех других граней, окружающих данную. Такой подход обеспечивает достаточно высокое качество сглаживания ребер.

Вся работа с редактором заключается в разработке проекций изображений с использованием элементов основного меню и панели инструментов. Для создания изображений применяются окна проекций, каждое из которых имеет рамку и имя, располагающееся в левом верхнем углу этого окна. По умолчанию на экране располагаются три окна ортографических проекций – Тор (Вид сверху), Front (Вид спереди) и Left (Вид слева), а также окно центральной проекции Perspective (Перспектива).



Рис. 6.1. Вид ортографических проекций

Виртуальное пространство, в котором работает пользователь трехмерного редактора, называется трехмерной сценой. Любые трехмерные объекты в программе создаются на основе имеющихся **простейших примитивов** – куба, сферы, тора и др.



Рис. 6.2. Основные примитивы трехмерной графики

Создание трехмерных объектов называется моделированием. Для отображения простых и сложных объектов используется полигональная сетка, которая состоит из мельчайших элементов – полигонов. Чем сложнее геометрическая форма объекта, тем больше в нем полигонов и тем больше времени требуется компьютеру для просчета изображения. Если присмотреться к полигональной сетке, то в местах соприкосновения полигонов можно заметить острые ребра. Поэтому, чем больше полигонов содержится в оболочке объекта, тем более сглаженной выглядит геометрия тела. Сетку любого объекта можно редактировать, перемещая, удаляя и добавляя ее грани, ребра и вершины. Такой способ создания трехмерных объектов называется моделированием на уровне подобъектов.



Рис. 6.3. Вид полигональной сетки

Чтобы получить просчитанное изображение, трехмерную сцену необходимо **визуализировать**. При этом будут учтены освещенность и физические свойства объектов. Созданная в окне проекции трехмерная сцена визуализируется либо непосредственно из окна проекции, либо через объектив виртуальной камеры. Виртуальная камера представляет собой вспомогательный объект, обозначающий в сцене точку, из которой можно произвести визуализацию проекта. Качество полученного в результате визуализации изображения во многом зависит от освещения сцены. Программа трехмерного редактора позволяет устанавливать освещение трехмерной сцены, используя виртуальные **источники света** — направленные и всенаправленные. Источники света являются такими же вспомогательными объектами, как виртуальные камеры. Их можно анимировать, изменять их положение в пространстве, управлять цветом и яркостью света.

### Программные средства обработки трехмерной графики

Благодаря развитию программного обеспечения самостоятельно изготовить видеоролик или какую-нибудь объемную картинку может даже новичок в этом деле. Выбирая нужную программу, стоит обратить внимание на следующие моменты:

- наличие простых в понимании и высокопроизводительных по результату инструментов моделирования трехмерных объектов. Они должны быть удобны настолько, что даже начинающий специалист сможет создать с их помощью нечто впечатляющее;
- выход последней версии программы. Чем ближе к настоящему моменту программа обновлялась, тем больше новых возможностей она открывает. Кроме того, в каждую последующую версию обновления добавляются пожелания многотысячных пользователей, а значит, она отвечает требованиям творцов 3D-графики;
- наличие различных приложений. Во многих программах заложено до 100 и выше приложений – это дает возможность разнообразить процесс моделирования и добавить те эффекты, которые необходимы. В ряде программ можно также создавать собственные приложения – и это также является положительным качеством.

На персональных компьютерах основную долю рынка программных средств обработки трехмерной графики занимают следующие пакеты трехмерной графики.

1. **Blender** — простой в освоении и в то же время бесплатный 3D-редактор. Плюсами данного редактора являются:

- общедоступность и денежная составляющая (бесплатный);
- кроссплатформенность;
- малый размер редактора;
- возможность работы на компьютерах со слабой конфигурацией системы.

К минусам данного редактора можно отнести отсутствие развернутой документации.

2. Программа создания и обработки трехмерной графики **3D-Studio MAX**. Этот пакет считается «полупрофессиональным». Однако его средств вполне хватает для разработки качественных трехмерных изображений объектов неживой природы. Отличительными особенностями пакета являются поддержка большого числа аппаратных ускорителей трехмерной графики, мощные световые эффекты, большое число дополнений, созданных сторонними фирмами. Сравнительная нетребовательность к аппаратным ресурсам позволяет работать даже на компьютерах среднего уровня. Вместе с тем по средствам моделирования и анимации пакет 3D-Studio MAX уступает более развитым программным средствам.

Плюсами 3D-Studio MAX являются:

- наличие большого количества приложений;
- встроенные средства для просчета освещения сцены;
- не очень высокие системные требования;
- возможность установки на компьютерах среднего уровня.

К минусам данного 3D-редактора можно отнести сложность освоения и не очень большой базовый набор средств моделирования и анимации.

3. Программа Softimage 3D. Программу отличают богатые возможности моделирования, наличие большого числа регулируемых физических и кинематографических параметров. Для рендеринга применяется качественный и достаточно быстрый модуль Mental Ray. Эта программа считается стандартом «де-факто» в мире специализированных графических станций SGI, а на платформе IBM PC выглядит несколько тяжеловато и требует мощных аппаратных ресурсов.

4. Наиболее революционной с точки зрения интерфейса и возможностей является программа **Maya**. Инструментарий Maya сведен в четыре группы: Animation (анимация), Modeling (моделирование), Dynamic (физическое моделирование), Rendering (визуализация). Удобный настраиваемый интерфейс выполнен в соответствии с современными требованиями. Maya позволяет пройти весь путь создания 3D-изображения: от анимации и моделирования до композитинга, текстурирования и послойного рендеринга. Плюсы Мауа:

- огромные возможности для работы в киноиндустрии,
- открытость для сторонних доработок.
- Минусы Мауа:
- программа сложна в освоении,
- дорогостояща.

5. VuexStream. Программа имеет большую базу различных элементов, необходимых для построения 3D-ландшафтов: предварительные заготовки материалов (различные виды камней с фрактальными текстурами), наборы растительности, различные виды освещения и т. д.

Плюсы VuexStearm:

- абсолютная реалистичность изображения;
- имеет функцию имитации экосистемы.
- Минусы VuexStream:
- требователен к мощности конфигурации системы;
- создание модели занимает большое количество времени.

Для каждого 3D-редактора характерен свой набор средств, определяющий область, в которой его можно будет выгодно и с максимальной пользой применять. Например, для архитектурной визуализации не найти редактора лучше, чем 3D-Studio MAX. Этот редактор имеет совместимость с приложением AutoCad, что позволяет выполнять моделирование зданий «изнутри», самостоятельно отрисовывать каркас будущих компонентов картинки. Дополнительным плюсом также можно считать наличие в нем обширной библиотеки архитектурных материалов. Графический редактор VuexStream прост в использовании, поэтому он будет очень полезен на первых порах изучения трехмерного моделирования. Безоговорочным лидером в киноиндустрии является графический редактор Maya.

## Практическая работа 1 Работа с простейшими и усложненными примитивами в 3D-Studio MAX

**Цель:** знакомство с простейшими и усложненными примитивами, с которыми работает редактор, и приемами преобразования двумерных фигур в трехмерные объекты.

## Задание

**1.** Загрузите программу 3D-Studio MAX. На экране отобразится рабочая зона, состоящая из четырех окон: Тор (вид сверху), Front (вид спереди), Left (вид слева) и Perspective (вид в перспективе).

**2.** Подготовьте рабочее пространство для более наглядной и удобной работы. Для этого:

- 1) выберите команду меню **Customize Customize User Interface** (Изменить – Изменить интерфейс пользователя);
- 2) выберите вкладку Colors (цвета), расположенную в верхней части появившегося окна Viewports (окна просмотра);
- 3) в списке найдите элемент Viewports Background (фон порта обзора или фон окна проекции). В результате появится окно выбора цвета.

3. На стандартной панели выберите вкладку

геометрия — стандартные примитивы [Геометрия] и поработайте с ними. Для этого:

создайте одноэтапные примитивы: Sphere (сфера), GeoSphere (геосфера), Теарот (чайник) и Plane (плоскость);





2) создайте двухэтапные примитивы: Вох (ящик), Cylinder (цилиндр), Torus (тороид) и Ругатіd (пирамида);



3) создайте трехэтапные примитивы: Cone (конус) и Tube (труба).



4. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

5. Создайте новый документ. На стандартной панели выберите вкладку геометрия — расширенные примитивы и поработайте с ними. Для этого: 1) создайте двухэтапные усложненные примитивы:

Тогиз Knot (узел тора), Capsule (капсула) и Hose (шланг);





 создайте трехэтапные усложненные примитивы: ChamferedBox (круглый ящик), ChamferedCylinder (круглый цилиндр), Oil Tank (цистерна), Spindle (шпиндель – веретено), L-Ext (L-форма), C-Ext (С-форма) и Prism (призма);



3) создайте одноэтапный усложненный примитив Hedra (многогранник), основными параметрами которого являются варианты его форм: Tetra (тетраэдр), Cube/Octa (куб или октаэдр), Doced/ Icos (додекаэдр или икосаэдр), Star 1 (звездчатый 1) или Star 2 (звездчатый 2).



6. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

7. Создайте новый документ, в котором будете создавать колоннаду. Для этого сделайте активным окно — вид сверху. В нем создайте основание колонны, используя стандартный примитив — ящик. Затем, используя примитив цилиндр, добавьте первую колонну. Выделите колонну правой



клавишей мыши, установите режим трансформации — движение. При нажатой клавише Shift переместите колонну. Если правильно выполнены действия, то должно появиться окно, в котором нужно отобразить количество копий (в данном случае – 3). Используя операции трансформации, расположите колонны в ряд. Добавьте крышу, воспользовавшись созданием примитива ящик. Переместите ее над колоннами согласно рисунку.



8. Самостоятельно создайте храм Артемиды, представленный на рисунке.



9. Создайте новый документ, в котором создайте столешницу, используя стандартный примитив Вох (ящик), создайте параллелепипед. Измените его размеры таким образом, чтобы он выглядел как длинная столешница. С помощью усложненного примитива Hose (шланг) добавьте к столу четыре ножки. Используя команды трансформации (вращения, движения и масштабирования), выполните создание сцены (должна получиться столешница, представленная на рисунке).



10. Измените цвет ножек, сделав их одинаковыми. Добавьте к сцене волнообразное кольцо. Последним из усложненных примитивов является RingWave (К-волна). Он изначально является анимированным объектом. Такое кольцо создается в два этапа. Создайте волнообразное кольцо. Сделайте активным внешнюю и внутреннюю границы (чтобы волны были внутри и снаружи кольца).



11. Расположите кольцо на столе, используя команды трансформации.

**12.** Щелкните на кнопке воспроизведения анимации, расположенной в нижнем правом углу <u>и в расположение</u>. Просмотрите анимационный ролик. Завершите просмотр.

13. На стандартной панели выберите вкладку сплайны (двумерные фигуры). Существует одиннадцать видов двумерных фигур: Line (линия), Rectangle (прямоугольник), Circle (окружность), Ellipse (эллипс), Arc (дуга), Donut (кольцо), NGon (полигон – правильный многоугольник), Star (звезда), Text (текст), Helix (спираль) и Section (сечение). Спираль и сечение – необычные виды сплайнов, которые относятся к мнимым конструкциям, размещенным в трехмерном пространстве.



14. Преобразуйте любые двумерные фигуры в трехмерные объекты, используя параметры визуализации. До тех пор, пока над двумерной фигурой не произведены определенные операции, она является мнимой. Для добавления «плоти» выполняют визуализацию. На стандартной панели выберите кнопку Рендеринг, установите переключатель: рендер. Установите флажок: показать сетку рендера, в поле **Толщина** введите значение толщины объекта. В результате данных действий двумерная фигура преобразуется в трехмерный объект.



15. Создайте составной объект, представленный на рисунке,

т. е. на поверхности сферы расположите множество конусов – по одному на каждую центральную точку каждой грани всех многогранников, составляющих поверхность сферы. Для того чтобы создать составной объект Scatter, выполните следующие действия:



- создайте в сцене несколько объектов, один из которых сделайте активным;
- 2) на вкладке командной панели выберите кнопку **Геометрия**, а в раскрывающемся списке найдите элемент **Compound Object** (составной объект);
- 3) в разделе Тип объекта выберите кнопку Scatter (разброс), где выберите кнопку Pick Distribution Object (взять объект распределения). Щелкните мышью на распределяемом объекте (ранее не выбранном);
- 4) укажите значение Segment (копии);
- 5) в наборе переключателей **Distribute Using** (установки распределения) выберите **All Edge Midpoints** (центры всех граней).

16. Создайте несколько составных объектов, воспользовавшись операцией Loft, для этого требуется, чтобы в сцене были размещены две двумерные фигуры, одна из которых выполняет роль пути, а вторая называется сечением. Для того чтобы воспользоваться данной операцией, надо:

- 1) в окне создать два сплайна;
- 2) на вкладке командной панели выберите кнопку **Геометрия**, а в раскрывающемся списке найдите элемент **Compound Object** (составной объект);
- 3) выделите один из объектов;
- 4) выберите кнопку Loft (лофт), где в разделе Creation Method (способ создания) выбрать кнопку Get Shape (взять форму) и выделить второй объект.







17. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

18. Ответьте на контрольные вопросы.

- Какие виды примитивов можно создавать, используя стандартные инструменты по работе с изображениями?
- Как создать двухэтапные и трехэтапные усложненные примитивы?
- Какие инструменты нужно использовать для создания составных изображений?
- Как можно произвести воспроизведение анимации созданного изображения?
- Какие фигуры называются сплайнами? Какие инструменты служат для работы со сплайнами?

19. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

## Практическая работа 2

## Дублирование, зеркальное отражение и группирование объектов трехмерного изображения

Цель работы: знакомство со способами дублирования объектов, видами зеркального отражения и способами преобразования двумерных объектов в трехмерные, а также возможными способами группирования объектов и принципами работы с группированными объектами.

## Задание

**1.** Создайте чашку без использования мыши с помощью клавиатуры. Для этого:

- активизируйте окно проекции сверху, на командной панели выберите вкладку – создать стандартные примитивы, где выберите объект – чайник;
- 2) в разделе **Parameters** (установки) снимите флажки **Spout** (носик) и **Lid** (крышка);
- 3) в разделе параметров **Keyboard Entry** (числовые значения) введите радиус 20 и щелкните по кнопке **Create** (создать).

**2.** Добавьте к сцене чайник, изменив координаты *X* и *Y* таким образом, чтобы чайник оказался позади сцены.



**3.** Создайте несколько объектов, представленных на рисунке, расположив их на плоскости. Для этого выберите объект в сцене, установив операцию перемещения, переместите объект с нажатой клавишей **Shift** и в появившемся окне определите количество новых копий.



**4.** Создайте представленный массив (поэкспериментировав с отступами рядов увеличения и другими параметрами).



**5.** Создайте массив объектов, размещенных в трехмерном пространстве. Для этого создайте любой объект на сцене, выделите его и выберите пункт меню **Tools – Array** (инструменты – массив). Если были правильно выполнены действия, то появится следующее окно:

Массив				
Преобразование мас Увеличени 31.0 🗣 0.0 0.0 🗣 0.0 100.0 🗣 100.0	сива: World координаты (Испол е	x x x x x x x x x x x x x x	осей) Общие Y 0.0 € 0.0 €	Z 0.0 ● элементы 0.0 ● градусы ✓ направл. 100.0 ● проценты один
Вид объекта Копия С Пример С Ссылка	Правка массива Счет Отст С 1D 5 年 X С 2D 5 年 0.0 © 3D 5 年 0.0	упы рядов увеличени Y I (0.0) (С) I (С)	IA Z 25,0 ♥ 0,0 ♥	Итого в массиве: <u>125</u> Сбросить настройки ОК Отмена

**6.** Выполните клонирование всего объекта, предварительно объединив объекты массива в один объект. Для этого выполните следующие действия:

- 1) разместите в сцене окна проекции вид сверху сферу радиусом 20;
- создайте массив со значениями параметров: движение по оси X - 20,0; масштаб по всем осям - 80,0. Определите количество элементов массива - 4;
- 3) выделите первую сферу, в командной строке выберите вкладку – составные объекты, где выберите кнопку Boolean (ОперЛог) и в группе Операции – Union (объединение);
- 4) щелкните мышью на переключателе **Pick Operand B** (Взять операнд B), а затем щелкните по второй сфере;
- 5) процедуру с объединением повторите несколько раз (пока не объединятся по порядку все четыре сферы);
- выделите объект в окне проекции вид сверху и щелкните мышью по той же кнопке еще раз, чтобы деактивизировать ее;
- 8) при нажатой клавише Shift примените к объекту инструмент вращение, поверните объект относительно оси Z на 90° (т. е. перпендикулярно исходному положению). В появившемся окне введите количество копий – 3.



**7.** В новом документе создайте пирамиду. Создайте ее зеркальное отражение. Зеркальное отражение — отражение объекта относительно оси симметрии. Для активизации зеркального отражения нужно выбрать элемент меню Tools – Mirror (инструменты – отразить). При выполнении простого отражения выбирают команду – нет клонирования.



**8.** Добавьте в сцену конус, создайте зеркальную копию, для этого поставьте флажок перед Сору.



**9.** В новом документе создайте двухмерную фигуру — спираль, используя сплайны. Используя метод Rendering превратите сплайн в трехмерный объект, для этого сначала сделайте его видимым. В раз-



, установите флажки Renderable (может быть

визуализирован), Generate Mapping Coordinates (формировать координаты соответствия) и Display Render Mesh (отображать каркас визуализации), кроме того, увеличьте значение Thickness (толщина). **10.** Выполните клонирование визуализированной спирали. Для этого переместите опорную точку на верхний конец спирали. Выполните зеркальное клонирование относительно оси ХҮ.



11. В новом документе получите трехмерный объект путем выдавливания двухмерных фигур – с использованием сплайна линия нарисуйте произвольную фигуру, примените модификатор, задав высоту – 25. На командной панели выбрать значок – модификаторы. В списке модификаторов найти – Extrude (выдавливание). Основными параметрами данного модификатора являются: Amount (высота), Сар Start (верхнее основание) и Сар End (нижнее основание).



-248-

12. В новом документе с использованием вращения двухмерного сплайна — линия получите трехмерный объект — «объект вращения». При создании объектов с использованием вращения используется модификатор Lathe, у которого важными являются три параметра: положение опорной точки двумерного сплайна, ось вращения и угол поворота.

**13.** С использование линии создайте фигуру, предложенную на рисунке (проверьте, чтобы рендеринг был отключен). Переместите опорную точку в последнюю точку созданной фигуры. Установите следующие параметры: Degrees – 360, Segments – 32, Direction – Y.



**14.** Используя модификатор вращение создайте фигуру, предложенную на рисунке (сплайн — линия).



15. Создайте несколько двухмерных закрытых сплайнов. Выделите фигуры, перенесите опорную точку таким образом, чтобы она находилась за пределом всех выделенных объектов (слева или справа). Примените вращение.



16. В новом документе создайте тело вращения (получив рюмку), но выполните несколько иные действия. Для этого в окне Left (вид слева) подготовьте заготовку, используя инструмент – линия. К выделенному сплайну примените модификатор – вращение. Измените положение оси вращения (лучше использовать выравнивание по оси Y и MAX, но можно попробовать и другие варианты). После выполнения на экране отображается только половина созданной фигуры. Для того чтобы фигура отобразилась вся, воспользуйтесь контекстным меню, которое можно вызвать щелчком правой клавиши мыши по заголовку окна – перспективы. В появившемся меню выберите элемент Configure (конфигурация) – в закладке Rendering Method поставьте галочку против команды – Force 2-Sided.



17. В новом окне создайте фигуру, напоминающую руку персонажа. Для этого объедините в окне — вид спереди сферу и цилиндр с помощью булевой операции Union. Переместите опорную точку так, как показано на рисунке



**18.** С помощью операции Сору создайте клоны объекта, с помощью операций клонирования и масштабирования создайте кисть руки.



19. Создайте связи между объектами. Для связывания используйте операцию Link, расположенную на панели инструментов . Для создания связей выделите кончик пальца и свяжите его со следующей фалангой (для каждого из пальцев). Свяжите каждый палец с кистью руки, кисть – с нижней частью руки, нижнюю часть – с верхней. Выполните вращение отдельных частей полученной руки, создавая различные движения.

20. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

- Как создать массив объектов, размещенных в трехмерном пространстве?
- Как осуществить клонирование объектов?
- Как получить трехмерный объект путем выдавливания двумерных фигур?
- Как с использованием вращения двумерного сплайна можно получить трехмерный объект?

21. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 3 Работа с модификаторами в 3D-Studio MAX

**Цель работы:** знакомство с некоторыми модификаторами, работающими как с готовыми объектами, так и с субобъектами.

## Задание

1. Создайте цилиндр. Примените модификатор Bend.



2. Примените повторно тот же модификатор.

**3.** Добавьте к сцене тор, к которому примените модификатор **Twist** со скручиванием 540° вдоль оси *Y*.



**4.** Добавьте к сцене тор, к которому примените модификатор **Twist** трижды: со скручиванием  $180^{\circ}$  сначала вдоль оси *X*, затем *Y* и в третий раз – *Z*.


**5.** В новом документе создайте сферу, состоящую из 128 сегментов, примените модификатор **Noise** с параметрами, отображенными на рисунке.



**6.** Добавьте в сцену еще одну сферу, к которой примените модификатор **Ripple** с параметрами, предложенными по рисунку.



**7.** В новом документе создайте сферу, и использованием **Сору** создайте три копии исходной сферы. Примените модификатор **Melt** к каждой из сфер, изменяя характер «плавления».



8. Добавьте к сцене еще три сферы (созданные путем клонирования), примените к ним модификатор FFD. Для этого установите соответствие появившейся решетки объекту с помощью кнопки Conform to Shape, дважды щелкните кнопкой мыши в списке модификаторов на элементе, соответствующем имени модификатора (он станет активным — окрасится в желтый цвет). Используя команды трансформации, переместите узлы решетки согласно задумке.



### 9. В новом документе разместите в окне проекции Тор стандарт-

- Parameters Radius 1: 12,0 Radius 2: 0,131 Height 60,0 Height Segments 25 Cap Segments 20

Sides: 24

ный примитив Cone со следующими параметрами

С помощью модификатора **Bend** согните его вдоль оси Z на 90°. Поместите опорную точку в центре объекта, а затем скрутите его на 90° вдоль оси X с помощью модификатора **Twist**. В результате должен получиться рог, изображенный на рисунке. Создайте второй рог путем зеркального копирования. Поверните полученные рога таким образом, чтобы их основания были расположены не в горизонтальной, а в вертикальной плоскости. Сохраните объект.



**10.** В новом документе создайте космический корабль. Для этого: 1) создайте длинный цилиндр, затем с помощью клонирования **Сору** – четыре расширенных примитива **Capsule**;

-254-

- разместите их в окне проекции вид сверху таким образом, чтобы они были расположены в четырех углах воображаемого квадрата, внутри которого расположен цилиндр;
- 3) сгруппируйте все объекты и примените к ним модификатор **Taper**, чтобы заострить группу к вершине цилиндра (Amount 1,7);
- 4) добавьте к модели четыре примитива **Tube** и разместите их таким образом, чтобы они выглядели как сопла двигателей; выберите эти четыре объекта и сгруппируйте их;
- 5) создайте в окне проекции Слева крыло из плоской пирамиды и согните его вдоль оси Z на 45...90° с помощью модификатора Bend;
- 6) сделайте зеркальную копию крыла в окне проекции Вид сверху;
- 7) расположите крылья на своих местах;
- 8) сгруппируйте все объекты;
- 9) создайте копию изображения и поверните его. В результате должны получиться корабли, изображенные на рисунке;



10) сохраните изображение.

11. В новом документе создайте сферу, примените модификатор Edit Mesh. Используя выделение многоугольник, выделите половину сферы и примените операцию Extrude при включенном переключателе Local.



12. Добавьте к сцене еще одну сферу, примените модификатор Edit Mesh. Используя выделение многоугольник, выделите половину сферы и примените операцию Extrude при включенном переключателе Group.



13. Получите колонну, представленную на рисунке.



Для этого:

- 1) в окне проекции Тор создайте длинный цилиндр;
- 2) преобразуйте цилиндр в редактируемый каркас, выделите в качестве субобъекта его верхнюю часть и выполните операцию **Tesselate** (для уплотнения каркаса);
- 3) примените к выделенному субобъекту модификатор **Тарег** со значениями параметра **Amount** 3, установленным флажком **Symmetry** и выбранными переключателями *Z* и *XY*;
- 4) сохраните изображение.

14. Получите кольцо, представленное на рисунке.



Для этого в окне проекции **Тор** создайте тор с 48 сегментами и 30 сторонами. Преобразуйте тор в редактируемый каркас. Выделите субобъект в правой части тора и примените модификатор **Spherity** со значениями **Percent** – 100.

15. Получите проволочную изгородь, представленную на рисунке.



Для этого:

1) в окне проекции **Тор** создайте **Torus Knot**;

- 2) преобразуйте тор в редактируемый каркас, используя контекстное меню, выберите команду **Convert To Convert to Editable Mesh**;
- 3) в окне проекции Front выделите субобъект в его верхней части;
- переместите выделенный субобъект примерно на две высоты вверх (используя трансформацию – движение);
- 5) выделите весь объект и в окне проекции **Тор** сожмите узел на 90 % вдоль оси *Y*, используя трансформацию масштаб, должен получиться виток проволоки;
- 6) используя операцию клонирования (по работе с массивами, определяя увеличение движения по оси *X* и в параметре 2D увеличение по оси *Z*), создайте остальную часть изгороди.

16. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

17. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- Как создать массив объектов, размещенных в трехмерном пространстве?
- Как выполнить клонирование объекта?
- Для чего используются сплайны? Как их преобразовать в трехмерную фигуру?
- Для чего используется модификатор вращение?
- Как создать связи между объектами?

18. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

## Практическая работа 4 Создание шахматных фигур

**Цель:** формирование умений создавать трехмерные объекты и грамотно располагать их на сцене.

#### Задание

- 1. Создайте шахматную фигуру пешка. Для этого:
- создайте в окне Front соответствующий сплайн
  Line в виде соответствующей изогнутой линии;
- используя модификатор вращения, закрутите сплайн относительно соответствующей оси;
- для редактирования полученного результата переключитесь на уровень редактирования оси тела вращения и сдвиньте ось в соответствующую сторону;
- выделите часть сплайна и сдвиньте все правее, для того чтобы увеличить соответствующий объем фигуры, а нижнюю точку основания сместите обратно на свое место;
- 5) сдвиньте ось для вращения пешки.

**2.** Добавьте к сцене шахматную фигуру – слон. Для этого:

- клонируйте фигуру пешки, используя контекстное меню пункт Clone Сору;
- отредактируйте клонированный объект на уровне сплайнов, изменив внешний вид создаваемого объекта (вытянув верхнюю часть и увеличив ее в размерах);
- включите режим создания тела вращения, подкорректируйте ось, вокруг которой вращается фигура.





**3.** Измените размеры полученных фигур, чтобы они выглядели более гармонично. Закрасьте фигуры в белый цвет. Посмотрите, как все это будет выглядеть после визуализации. Для этого щелкните на кнопке **Rendering** и **Render**. Далее опять рендер. Переключитесь на **Single** и щелкните на кнопку **Render**. Вернитесь к исходной сцене. Сохраните изображение.

**4.** Добавьте к сцене шахматную фигуру – ладью. Для этого:

- 1) с использованием сплайна Line создайте форму кривой во фронтальной проекции;
- 2) совместите первую и последнюю точки;
- 3) перейдите в разряд модификации этой фигуры и примените модификатор вращения Lathe;4) выберите уровень вращения вокруг оси Axis



и сдвиньте эту ось соответствующим образом. Задайте число сегментов — 30. Включите флажок **Weld Core** (объединить вершины на оси вращения) и нажмите на кнопку *Min*, чтобы установить автоматически ось вращения;

- 5) включите режим отображения сетки, для этого в окне **Perspective** в левом верхнем ее углу щелкните на правую кнопку мыши и включите пункт **Edged Faces**;
- 6) преобразуйте фигуру в редактируемый каркас, для этого в контекстном меню выберите **Convert To – Convert to Editable Poly**;
- 7) задайте зубчики по кругу верхней части ладьи, для этого выберите уровень редактирования Vertex и нажмите кнопку Chamfer (скос). Указатель мыши наведите на середину верхней части ладьи (до появления своеобразного треугольника) и, не отпуская клавишу мыши, двигайте ее вверх, задавая соответствующим образом ширину верхних зубчиков ладьи;
- 8) выделите соответствующие зубчики у ладьи, для этого перейдите в разряд Select Object, а затем в разряд Polygon;
- 9) с использованием клавиши Ctrl выберите соответствующие полигоны (по 3 через 3);
- 10)выберите команду **Extrude** (выдавить) и потяните вверх выделенные полигоны до задания требуемой высоты;

- 11)выберите центральную круглую часть и при активной кнопке **Extrude** опустите среднюю часть ладьи, добиваясь маленького углубления;
- 12) Отключите режим Extrude, уберите показ сетки.

**5.** Измените цвет ладьи и размер. Используя сглаживание **Smooth**, измените изображение. Посмотрите сцену при рендеринге. Сохраните изображение.

6. Добавьте к сцене шахматную фигуру – конь. Для этого:

- создайте параллелепипед **Вох** во фронтальной проекции, задав количество сегментов, на которое нужно разделить параллелепипед (4, 4, 2);
- 2) преобразуйте параллелепипед к виду **Editable Poly** для дальнейших его модернизаций;
- перейдите к уровню вершин и передвигайте вершины до получения изображения как на рисунке;



- 4) усложните геометрию в районе глаза. Используя кнопку Cut командной панели, тяните соответствующие вершины в нужную сторону до получения результата как на рисунке. Используя команду Extrude (выдавить), создайте рельефность глаза, для этого в режиме Polygon выберите соответствующие многоугольники, а затем втяните вовнутрь;
- 5) перейдите в вид проекции слева и центральную точку, расположенную внутри глаза, переместите согласно изображению;



6) создайте разрез в области расположения рта. Для этого воспользуйтесь кнопкой **Cut**. Задайте три разреза. Выделите вершины среднего разреза и переместите до получения требуемого эффекта;



- 7) включите режим отображения сетки, для этого в окне **Perspective** в левом верхнем ее углу щелкните на правую кнопку мыши и включите пункт **Edged Faces**;
- 8) видоизмените фигуру коня, придавая нужные эффекты (закругляя, добавляя новые вершины, увеличивая или уменьшая отдельные подобъекты);
- выполните клонирование созданной части коня, используя пункт меню Tools – Mirror. Копирование осуществите относительно оси Y. Объедините обе фигуры (зафиксировав небольшое расстояние между ними);
- 10)удалите среднюю часть те грани коня, которые обращены друг к другу. Для этого перейдите на режим выбора полигонов и выделите требуемые полигоны, щелкнув на клавишу **Delete**, удалите их;

- переместите клонированный объект, придвинув его к оригиналу. Выделите те вершины, которые оказались в этой средней части коня, и выберите кнопку Weld. Задайте расстояния, меньше которых две точки будут считаться одинаковыми, и щелкните на кнопку Apply;
- 12)создайте подставку, на которой конь будет стоять. Для этого воспользуйтесь сплайном Line. Соедините начало и конец, закройте сплайн (для изменения вида точек пользуются контекстным меню, где его определяют: Bezier – округлая, Corner – угловая);
- 13) примените модификатор Lathe. Задайте флажок Weld Core (для объединения вершины на оси вращения) и флажок Flip Normals (для изменения положения нормали на противоположный);
- 14)совместите коня с подставкой;
- 15) преобразуйте подставку в Editable Poly;
- 16)объедините коня и подставку, для этого выберите кнопку Attach. Уберите с окна Perspective сетку, для того чтобы был лучше виден соответствующий объект;

17) примените модификатор MeshSmooth.

7. Просмотрите результат, используя рендеринг. Сохраните изображение.



8. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

9. Ответьте на контрольные вопросы.

- Как можно отредактировать клонированный объект на уровне сплайнов?
- Как выполнить визуализацию сцены?
- Для чего необходим режим отображения сетки?
- Как преобразовать фигуру в редактируемый каркас?

10. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 5 Моделирование кривых NURBS и поверхностей NURBS в 3D-Studio MAX

Цель работы: знакомство с кривыми и поверхностями NURBS, принципами модификации данных объектов и способами преобразования их в трехмерные изображения.

### Задание:

1. Изучите теоретические сведения.

NURBS – Non-Uniform Rational B-Splines (неоднородные рациональные сплайны). Для создания кривых этого типа используют вкладку на стандартной панели, где в списке кривых выбирают NURBS Curves.



Различают два вида кривых:

- точечные кривые сплайны, проходящие через набор точек;
- 2) СV-кривые кривые, позволяющие изменять геометрическую форму связанного с ними объекта с помощью специальных управляющих вершин (control vertex).

Если при создании установить флажок **AutoGrid**, то форма кривой будет в точности соответствовать форме поверхности любого выбранного трехмерного объекта. Флажок **Draw in All ViewPorts** позволяет переключаться между окнами проекций при создании сплайнов.

После создания двумерной или трехмерной точечной кривой ее можно использовать в качестве основы для создания трехмерного объекта. Для этого требуются специальные инструменты, которые можно увидеть, выбрав вкладку модификаторы. Выделив точечную кривую, на вкладке модификаторов можно найти в нижней части раздел Create Surfaces, содержащий основные инструменты модификаторов.



После создания кривой можно изменить позицию ее управляющих точек, для этого надо вызвать контекстное меню, где выбрать **Sub-Objects – Point**.

Моделирование кривых лучше всего использовать для модификации тех объектов, которые изначально были многоугольными каркасами. Базовые формы проще создавать именно с помощью каркасных объектов, а затем выполнять точную коррекцию их формы, используя CV-кривые.

Поверхность NURBS представляет собой точечную плоскость нулевой толщины. Для ее создания используют вкладку **Геометрия**, в которой из списка выбирают NURBS Surfaces.



После создания поверхности перейдите на вкладку модификаторов, выделите в списке элемент NURBS Surface (он станет выделенным желтым цветом). В контекстном меню выберите пункт Point (для отображения всех точек поверхности). Теперь можно модифицировать созданную поверхность согласно задуманным планам. Если же не выделять элемент NURBS Surface, то на экране появится панель инструментов NURBS, в которой все инструменты разбиты на три категории: Points (точки), Curves (кривые) и Surfaces (поверхности).



#### POINTS:

- 1. Создать точку
- 2. Создать точку смещения
- 3. Создать точку кривой
- 4. Создать точку в месте пересечения кривых
- 5. Создать точку поверхности
- 6. Создать точку на кривой поверхности

#### CURVES:

- 1. Нарисовать CV-кривую от руки с помощью мыши
- 2. Создать точечную кривую на поверхности и вне ее
- Соединить независимые точки, образовывая новую кривую
- 4. Создать клон любой кривой на поверхности
- Создать клиайнови мост, соединяющий выбранные кривые
- Создать клон существующей кривой с изменением его размеров
- Создать зеркальное отображение исходной кривой
  Создать отдельную кривую между двумя точками,
- расположенными на разных кривых
- 9. Создать плавную кривую между двумя кривыми
- 10. Создать пересечение поверхностей
- Создать на поверхности продольню или поперечную кривую
- 12. Спроектировать нормаль
- 13. Спроектировать вектор
- 14. Создать Су-кривую
- 15. Создать клон кривой и сместить ее в трехмерном

пространстве 16. Выбрать грань для удаления или перемещения

- SURFACES:
- Создать СV-поверхность или точечную поверхность и автомаически присоединить ее к существующей
- 2. Создать клон
- Создать плавную поверхность, соединяющую две выбранные поверхности
- 4. Создать клон и разместить ее втой же плоскости
- Изменить ось симметрии после создания зеркального отображения
- 6. Выполнить операции Extrude и Lathe
- Создать ровную поверхность, соединяющую края двух существующих поверхностей
- 8. Добавить замкнутую поверхность
- Применить операцию Loft без предварительного указания пути и формы (сечения)
- Создать новую поверхность на основании одной кривой пути и двух кривых сечения
- Создать новую поверхность на основании двух кривых пути и нескольких кривых сечения
- Создает новую поверхность на основании трех или четырех открытых или закрытых кривых, окружающих определенную область
- 13. Обрезать поверхность из нескольких кривых
- Добавить отдельную поверхность, расположенную между двумя уже существующими

**2.** Создайте в окне проекции **Front** кривую NURBS. Создайте копию полученной кривой. Перейдите во вкладку модификаторов, где выберите в списке **Create Surfaces**. К исходной кривой примените модификатор **Lathe** (угол поворота 360°). К клонированной кривой примените модификатор **Extrude** (высота 120). Сравните полученные результаты.



**3.** Преобразуйте примитив в модель NURBS, для этого в окне проекции **Тор** создайте сферу. Не снимая выделение, перейдите во вкладку модификаторов. Щелкните правой клавишей мыши на элементе сфера в списке, расположенном в верхней части вкладки модификаторов. В контекстном меню выберите пункт **Convert to NURBS** (модель преобразована, она не содержит многоугольников каркаса – она теперь набор сплайнов).

**4.** В списке модификаторов выделите элемент **NURBS Surface**. В окне проекции **Front**, используя выделение и перемещение, измените сферу, перемещая управляющие вершины. После того как будет получена требуемая фигура, вызовите контекстное меню, где выберите элемент **Convert To – Convert To Editable Mesh** для преобразования фигуры в каркасную модель.



**5.** Создайте поверхность NURBS. Выделив управляющие точки, измените вид поверхности согласно рисунку.



-266-

6. Преобразуйте поверхность в каркасную модель.

7. На основе кривой NURBS создайте вазу, используя вращение. Для этого выберите NURBS Curve – CVCurve. Создайте кривую предложенного вида во фронтальной проекции.



8. Перейдите на панель модификации. Создайте ее клон. Для этого:

1) перейдите в подуровень **Curve** всей кривой и нажмите на кнопку Shift и, не отпуская, потащите в сторону, чтобы придать толщину



кривой. В результате отобразится окно те на кнопку **ОК**;

 изогните последнюю точку нашей клонированной кривой, потянув ее в другую сторону, создавая донышко для вазы. Должно получиться изображение как на рисунке;



3) выберите в списке Curve и создайте тело вращения вокруг внеш-

ней кривой, используя кнопку 🏂 на панели NURBS;

- сместите ось вращения для того, чтобы в дальнейшем тело вращения внутренности и наружности нашей вазы совпадали, поэтому перейдите на режим *Surface* (ось вращения выделена желтым цветом). Переместим ее так, чтобы она проходила через последнюю точку внутренней кривой;
- 5) повторите вращение для внутренней кривой;
- б) увеличьте изображение во фронтальной проекции и откорректируйте его (оси вращения обеих кривых должны совпадать);
- выделите внутреннюю поверхность и в командной панели поставьте флажок Flip Normals (для того чтобы нормали внутренней поверхности были направлены в другую сторону);
- 8) соедините внутреннюю и внешнюю поверхности для придания завершенности изображению горлышка вазы, для этого выберите кнопку . Указатель мыши подведите к верхней части наружной поверхности (сама внешняя поверхность вазы должна окраситься в желтый цвет, а верхний ее край (окружность) – в синий цвет);
- нажмите левую клавишу мышки и, не отпуская, потяните пунктирную линию в сторону внутреннего диаметра, добиваясь того, чтобы внутренняя поверхность окрасилась в желтый цвет, а синей каемочкой стало именно верхнее горло. Отпустите клавишу мыши;
- 10)измените параметры Blend Surface, установив флажок Flip End2. Разверните вазу так, чтобы была видна нижняя ее часть (отсутствие дна). Выберем пункт аля создания дна. Подведите указатель мыши к поверхности до появления синей окружности в нижней ее части;
- 11)измените параметры **Cap Surface**, установив флажок **Flip Normals**. Разверните вазу обратно.



9. Выберите другой цвет для вазы. Просмотрите, что получилось при визуализации. Сохраните изображение.

10. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

11. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- Какие виды кривых можно использовать для создания трехмерных изображений?
- Для чего применяют моделирование кривых?
- Что представляет собой поверхность NURBS?
- Как преобразовать примитив в модель NURBS?
- Как преобразовать поверхность в каркасную модель?

12. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа б Трехмерная анимация объектов в 3D-Studio MAX

**Цель работы:** формирование навыков анимирования объектов: примитивов, источников света, камер, вспомогательных объектов и др.

## Задание

1. Создайте в окне проекции чайник, для чего:

- 1) перейдите на вкладку Create (Создать) командной панели;
- 2) в категории **Geometry** (Геометрия) выберите строку **Standard Primitives** (Стандартные примитивы) и нажмите кнопку **Teapot** (Чайник);
- 3) удобнее работать с одним окном проекции, а не с четырьмя сразу, поэтому разверните окно **Perspective** (Перспектива) во весь экран с помощью сочетания клавиш **Alt+W**;
- 4) для исправления угловатостей созданной фигуры (при вращении чайника видно, что носик не ровный, а с изломами) перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели и в свойствах объекта увеличьте параметр Segments (Количество сегментов).

**2.** Используя модификатор **Slice** (Срез), создайте видео, на котором чайник будет постепенно появляться. Для этого:

- 1) выделите объект;
- 2) перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели;
- 3) выберите из списка **Modifier List** (Список модификаторов) модификатор **Slice** (срез);
- 4) в настройках модификатора укажите параметр **Remove Top** (Отсечение верхней части).

3. Создайте анимацию. Для этого:

1) переключитесь в режим ключевых кадров, нажав на кнопку **Auto Key** (Автоключ) под шкалой анимации внизу экрана

2) передвиньте ползунок анимации на сотый кадр (в крайнее правое



- 3) разверните список модификатор Slice (Срез) в стеке, щелкнув на значке плюса рядом с его названием;
- 4) перейдите в режим редактирования Slice Plane (Поверхность среза);
- 5) переместите плоскость, отсекающую объект, вдоль оси Z вверх так, чтобы чайник стал виден полностью;
- 6) воспроизведите анимацию, нажав на кнопку Play Animation (Boc-

произвести анимацию) на С

**4.** Создайте анимационную сцену с каким-нибудь вращающимся объектом, например **Teapot** (Чайник). Для этого:

1) включите режим автоматического создания ключевых кадров;

- 2) передвиньте ползунок анимации в крайнее правое положение;
- 3) поверните чайник вокруг некоторой оси;
- 4) воспроизведите в окне проекции полученную анимацию;
- измените характер зависимости анимированного параметра, щелкнув правой кнопкой мыши на ключевом кадре на шкале анимации и выбрав ключ параметра, характеристики которого необходимо изменить;

	Teapot01: X Rotation
	Teapot01: 7 Rotation
L	Controller Properties 🔹 🕨
	Delete Key Delete selected keys
	Filter 🕨
	Configure
	Go to Time
<b>D</b> TT Ø	1,0 2,0

6) в окне изменения характеристик параметра укажите один из семи вариантов функциональных зависимостей анимированного параметра от контроллера, например Linear (Линейный);



7) проиграйте анимацию.

5. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

6. Ответьте на контрольные вопросы к практической работе.

- Как исправить угловатость объекта, созданного с помощью стандартных примитивов?
- Как можно создать видео, на котором объект будет постепенно появляться?
- Для чего нужен режим ключевых кадров при создании анимации?
- С какой скоростью происходит вращение трехмерного объекта?
- Как сделать скорость вращения объекта постоянной?

**7.** Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

# Практическая работа 7 Текстурирование сцены трехмерного изображения с использованием редактора материалов

**Цель работы:** знакомство с приемами установки для объекта сцены характеристик материала или правилами текстурирования сцены.

## Задание

1. Подготовьте с использованием редактора растровой графики (например, Adobe PhotoShop) рисунок циферблата с разрешением 500×500 пикселов.



**2.** Создайте в окне проекции объект **Chamfer Cylinder** (Цилиндр с фаской) со следующими параметрами:

- Radius (Радиус) 53;
- Height (Высота) 62;
- Fillet (Закругление) 4;
- Height Segs (Количество сегментов по высоте) 3;
- FHletSegs (Количество сегментов на фаске) 5;
- Sides (Количество сторон) 49;
- Cap Segs (Количество сегментов в основании) 3;
- установленным флажком Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы.

3. Конвертируйте Chamfer Cylinder (Цилиндр с фаской) в Editable Mesh (Редактируемая поверхность) для управления текстурой на объекте. Для этого выделите объект и, вызвав щелчком правой кнопкой мыши в окне проекции контекстное меню, выполните команду Convert To – Convert to Editable Mesh (Преобразовать – Преобразовать в редактируемую поверхность).

**4.** Переключитесь в режим редактирования **Polygon** (Полигон). Для этого выделите объект в окне проекции, раскройте список в стеке модификаторов и щелкните на строке **Polygon** (Полигон). Перейдите в окно проекции **Front** (Спереди) и выделите верхний слой полигонов на одной стороне объекта.

**5.** Откройте окно **Material Editor** (Редактор материалов), выполнив команду **Rendering** – **Material Editor** (Визуализация – Редактор материалов), и в пустой ячейке создайте новый материал на основе **Standard** (Стандартный).

6. Перейдите к свитку **Мар**я (Карты) настроек материала и в качестве карты **Diffuse** (Рассеивание) выберите процедурную карту **Bitmap** (Растровое изображение). Для этого сделайте следующее:

- 1) нажмите кнопку **None** (Не назначена) возле строки **Diffuse Color** (Цвет рассеивания);
- 2) в появившемся окне Material/Map Browser (Окно выбора материалов и карт) дважды щелкните на строке Bitmap (Растровое изображение);
- 3) в появившемся окне Select Bitmap Image File (Выбрать растровое изображение) укажите путь к созданному ранее файлу текстуры.

7. Вернитесь в настройки основного материала. Для этого:

- раскройте список с названиями материалов и карт и выберите верхнюю строку;
- 2) убедитесь, что в окне Material Editor (Редактор материалов) выбран созданный вами материал и щелкните на кнопке Assign Material to Selection (Назначить материал выделенным объектам) на панели инструментов окна Material Editor (Редактор материалов).

**8.** Выберите другую ячейку в окне **Material Editor** (Редактор материалов) и создайте новый материал. Для этого:

- 1) щелкните на кнопке выбора материала (по умолчанию на ней присутствует надпись **Standard** (Стандартный));
- 2) в окне Material/Map Browser (Окно выбора материалов и карт) установите переключатель Browse From (Выбирать из) в положение Mtl Library (Библиотека);
- на панели инструментов включите отображение материалов с помощью кнопки View Large Icons (Отображать большие значки);



- 4) выберите любой подходящий для корпуса будильника материал и нажмите кнопку **ОК**;
- 5) выполните команду Edit Select Invert (Правка Обратить выделение);
- 6) щелкните на кнопке Assign Material to Selection (Назначить материал выделенным объектам) на панели инструментов окна Material Editor (Редактор материалов);
- 7) выйдите из режима редактирования подобъектов, щелкните на свободной ячейке в окне Material Editor и на инструменте Pick Material from Object (Показать материал объекта);



 щелкните по объекту в окне проекции для отображения в выделенной ячейке материала, который назначен объекту Chamfer Cylinder (Цилиндр с фаской);



- в окне Material Editor выберите ячейку, в которую помещен многокомпонентный материал Multi/Sub-Object (Многокомпонентный), и щелкните на материале, который обеспечивает рисунок циферблата;
- 10)с помощью кнопки Show Map in Viewport (Отобразить карту в окне проекций) включите отображение текстуры в окне проекции;
- выделите объект в окне проекции и перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели;
- 12)выберите из списка Modifier List (Список модификаторов) модификатор UVW Mapping (Наложение карты в системе координат UVW);
- 13)установите переключатель **Марріпд** (Проецирование) в положение Cylindrical (Цилиндрическое), а также установите флажок **Сар** (Основание);
- 14)выделите объект, перейдите на вкладку Modify командной панели и в стеке модификаторов щелкните на плюсике возле названия модификатора UVW Mapping. Перейдите в режим управления контейнером Gizmo (Гизмо);



- 15)перейдите в окно проекции **Тор** (Сверху) и включите режим отображения объектов **Smooth – Highlights** (Сглаживание);
- 16)используя операцию Move, измените положение контейнера Gizmo. Расположите его таким образом, чтобы текстура объекта находилась в центре объекта;
- 17) примените к контейнеру операцию Scale (Масштабирование).



- 9. Создайте стрелки будильника. Для этого:
- 1) перейдите на вкладку **Create** (Создание) командной панели в категорию **Shapes** (Формы);
- 2) выберите строку Splines (Сплайны) и нажмите кнопку Text (Текст);
- создайте текстовый сплайн, щелкнув в любом свободном месте окна проекции левой кнопкой мыши;
- выделите объект, перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели и в свитке Parameters (Параметры) настроек объекта выберите нужный шрифт, а затем найдите в нем символ стрелки;
- 5) выберите из списка **Modifier List** (Список модификаторов) модификатор **Bevel** (Выдавливание со скосом);

6) повторите описанную операцию для создания второй стрелки;

7) выровняйте положение обоих объектов, ориентируясь на рисунок циферблата в окне проекции.

10. Создайте ножки у будильника. Для этого:

1) выберите стандартный примитив **Sphere** (Сфера), предварительно повернув будильник на 90°, используя операцию **Rotate** (Вращение);

2) создайте в окне проекции объект Sphere (Сфера);

3) перейдите на вкладку **Modify** и установите для объекта следующие параметры:

- Radius (Радиус) - 9,3;

- Segments (Количество сегментов) - 32;

- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы;

4) выровняйте сферу относительно корпуса будильника с помощью окна **Align Selection** (Выравнивание выделенных объектов);



5) создайте три копии объекта, используя операцию **Clone** (Клонирование), и расположите их по бокам нижней части будильника.

11. Создайте звонок будильника. Для этого:

1) создайте в окне проекции объект с использованием стандартного примитива **Sphere** (Сфера);

2) перейдите на вкладку **Modify** и установите для объекта следующие параметры:

- Radius (Радиус) 30;
- Segments (Количество сегментов) 32;
- Hemisphere (Полусфера) 0,5;
- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы;

3) используя операцию **Rotate** (Вращение), поверните полученную полусферу в окне проекции на 25° и расположите ее относительно корпуса;

4) используя операцию **Clone** (Клонирование), создайте копию этого объекта и поверните ее на 180° вокруг оси *Z*;

5) расположите вторую полусферу на корпусе будильника симметрично относительно первой.



12. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

- 13. Ответьте на контрольные вопросы
- Что представляет собой текстурирование объектов?
- Как объекту наложить соответствующую текстуру?
- Какие операции нужно выполнить для корректного наложения текстуры?

14. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.

## Практическая работа 8 Освещение в трехмерной графике

**Цель работы:** формирование навыков работы с источниками света графического редактора и освоение приемов подбора их яркости для равномерного освещения сцены и настройки визуализации освещения.

## Задание

1. Создайте основание настольной лампы. Для этого:

1) создайте в окне проекции объект **Chamfer Cylinder** (Цилиндр с фаской);

2) перейдите на вкладку **Modify** и установите для него следующие параметры:

- Radius (Радиус) - 55;

- Height (Высота) 11;
- Fillet (Закругление) 1,5;
- Height Segs (Количество сегментов по высоте) 4;
- FilletSegs (Количество сегментов на фаске) -5;
- Cap Segs (Количество сегментов в основании) 7;
- Sides (Количество сторон) 50;

- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы.

2. Создайте ободок лампы в нижней ее части. Для этого:

1) клонируйте объект Chamfer Cylinder (Цилиндр с фаской);

2) перейдите на вкладку **Modify** и установите для полученного объекта больший радиус – 57;

3) измените параметры:

- Height (Высота) 3;
- Fillet (Закругление) 0,4;
- Height Segs (Количество сегментов по высоте) 3;
- Fillet Segs (Количество сегментов на фаске) 4;
- Cap Segs (Количество сегментов в основании) 1;
- Sides (Количество сторон) 50;
- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы.



3. Создайте выключатель лампы. Для этого:

1) создайте в окне проекции объект **Chamfer Cylinder** (Цилиндр с фаской);

2) перейдите на вкладку **Modify** (Изменение) командной панели и установите для него следующие параметры:

- Radius (Радиус) - 12;

- Height (Высота) - 4;

- Fillet (Закругление) 0,6;
- Height Segs (Количество сегментов по высоте) 4;
- Fillet Segs (Количество сегментов на фаске) 5;
- Cap Segs (Количество сегментов в основании) 4;
- Sides (Количество сторон) 40;

- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы.

4. Выровняйте созданный объект относительно основы настольной лампы. Для этого:

1) в окне Align Selection (Выравнивание выделенных объектов) установите следующие параметры:

- флажок **Z** Position (Z-позиция);
- переключатель Current Object (Объект, который выравнивается)
  в положение Center (По центру);
- переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Maximum (По максимальным координатам выбранных осей);

2) нажмите кнопку Apply (Применить) или OK;

3) положение выключателя на основе лампы в плоскости *XY* подберите вручную;

4) клонируйте первый элемент включателя;

5) перейдите на вкладку **Modify** и установите для созданного объекта следующие параметры:

- Radius (Радиус) 11;
- Height (Высота) 9;
- Fillet (Закругление) 0,6;
- Height Segs (Количество сегментов по высоте) 4;
- Fillet Segs (Количество сегментов на фаске) -5;
- Cap Segments (Количество сегментов в основании) 4;
- Sides (Количество сторон) 40;
- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы.



5. Создайте ножку лампы. Для этого:

1) перейдите на вкладку **Create** (Создание) в категорию **Shapes** (Формы);

2) создайте объект Line (Линия);



3) выделите объект в окне проекции **Тор** (Сверху) и перейдите на вкладку **Modify** (Изменение) командной панели;

4) раскройте строку **Line** (Линия) в стеке модификаторов, щелкнув на плюсике;

5) переключитесь в режим редактирования Vertex (Вершина);

 выделите одну или несколько вершин для изменения характера излома;

7) щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции и в контекстном меню выберите требуемый тип излома – **Bezier** (Безье);



8) выйдите из режима редактирования Vertex (Вершина) и в свитке Rendering (Визуализация) настроек объекта Line (Линия) установите:

- флажок Renderable (Визуализируемый);

- флажок Display Render Mesh (Отображать оболочку объекта);

- Thickness (Толщина) 12;
- Sides (Количество сторон) 13;

9) перейдите в окно проекции **Тор** (Сверху) и вручную подберите оптимальное положение для совмещения ножки с основой.



6. Создайте втулку, соединяющую основу с ножкой. Для этого:

1) клонируйте один из объектов **Chamfer Cylinder** (Цилиндр с фаской), которые составляют выключатель;

2) перейдите на вкладку **Modify** и установите для него следующие параметры:

- Radius (Радиус) - 9;

- Height (Высота) 15;
- Fillet (Закругление) 3;
- Height Segs (Количество сегментов по высоте) 4;
- Fillet Segs (Количество сегментов на фаске) 5;
- Cap Segs (Количество сегментов в основании) 1;
- Sides (Количество сторон) 40;
- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы;

3) подберите вручную положение втулки на основании лампы в плоскости *XY*.

7. Создайте плафон для лампы. Для этого:

1) переключитесь в окно проекции **Тор** (Сверху) и с помощью инструмента **Line** (Линия) создайте кривую;



- 2) выделите созданный сплайн и перейдите на вкладку **Modify** (Изменение) командной панели;
- 3) раскройте список Modifier List (Список модификаторов) и выберите в нем модификатор Lathe (Вращение вокруг оси);
- 4) в свитке **Parameters** (Параметры) нажмите кнопку **Y** в области **Direction** (Направление);
- 5) определите положение оси вращения, выбрав в области Align (Выравнивание) настроек модификатора, нажмите кнопку Мах (Максимальный);
- 6) с помощью переключателя **Output** (Результат) в настройках модификатора выберите тип Mesh (Поверхность);
- 7) перейдите в окно проекции **Тор** (Сверху) и вручную подберите оптимальное положение для совмещения плафона с ножкой.



8. Смоделируйте лампочку для лампы. Для этого:

1) создайте лампочку с помощью стандартного примитива **Sphere** (Сфера);

2) перейдите на вкладку **Modify** и установите для объекта следующие параметры:

- Radius (Радиус) - 18;

- Segments (Количество сегментов) 24;
- Hemisphere (Полусфера) -0,55;
- установите флажок Smooth (Сглаживание) для сглаживания формы;

3) выровняйте лампочку относительно плафона, установив в окне Align Selection (Выравнивание выделенных объектов) следующие параметры:

- флажок Y Position (Y-позиция);
- флажок X Position (Х-позиция);
- переключатель Current Object (Объект, который выравнивается) в положение Center (По центру);
- переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Center (По центру);
  - 4) нажмите кнопку Apply (Применить) или ОК;
  - 5) выровняйте объект по оси Z вручную.



9. Создайте в сцене элементы интерьера для отображения тени, отбрасываемой горящей лампой. Для этого:



- 1) создайте поверхность стола с использованием стандартного примитива **Plane** (Плоскость);
- создайте поверхность стены с использованием стандартного примитива **Box** (Параллелепипед);
- 3) выровняйте их относительно созданной ранее модели лампы.

10. Добавьте источники света в сцену. Для этого:

- 1) перейдите на вкладку Create (Создание) командной панели;
- 2) в категории Lights (Источники света) выберите строку Standard (Стандартные) и нажмите кнопку Omni (Всенаправленный);
- 3) создайте источник света в любой свободной точке пространства;4) нажмите кнопку F9, чтобы визуализировать сцену.

11. Добавьте тени. Для этого:

1) выделите источник света **Omni** (Всенаправленный);

2) перейдите на вкладку Modify и в свитке настроек General Parameters (Общие параметры) установите флажок Shadows On (Включить тени);

3) выберите тип просчета теней Shadow Map (Карта теней);

- General Para	meters		
Light Type			
Targeted			
Shadows			
Shadow Map			
	Exclude		

4) нажмите клавишу F9, чтобы визуализировать сцену;

5) выровняйте источник света относительно плафона по всем трем осям, установив в окне Align Selection (Выравнивание выделенных объектов) следующие параметры:

- флажок Y Position (Y-позиция);
- флажок X Position (Х-позиция);
- флажок Z Position (Z-позиция);
- переключатель Current Object (Объект, который выравнивается)
  в положение Center (По центру);
- переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Center (По центру);
  - 6) нажмите кнопку Apply (Применить).

12. Наложите текстуру на созданный объект. Для этого:

- откройте окно Material Editor (Редактор материалов), выполнив команду Rendering – Material Editor (Визуализация – Редактор материалов);
- 2) в пустой ячейке создайте новый материал на основе Standard (Стандартный);
- 3) в свитке настроек Shader Basic Parameters (Основные параметры затенения) установите флажок 2-Sided (Двухсторонний) для использования двухстороннего материала.



**13.** Исключите объект **Sphere** (Сфера) из списка объектов, с которыми работает источник света. Для этого:

- 1) выделите источник света **Отпі** (Всенаправленный);
- 2) перейдите на вкладку **Modify** и в свитке настроек **General Parameters** (Общие параметры) нажмите кнопку **Exclude** (Исключить);
- 3) в списке Scene Objects (Объекты сцены) появившегося окна Exclude/Include (Исключить/Включить) выделите объект Sphered и нажмите кнопку в виде двойной стрелки.

**14.** Установите вспомогательное освещение для решения проблемы затемненности большей части сцены. Для этого:

- 1) перейдите на вкладку Create (Создание) командной панели;
- 2) в категории Lights (Источники света) выберите строку Standard (Стандартные) и нажмите кнопку Target Spot (Направленный с мишенью);
- создайте источник света так, чтобы свет падал на сцену сверху, а мишень находилась в углу за лампой.



15. Уменьшите интенсивность вспомогательного источника света. Для этого:

1) выделите объект Spot;

2) перейдите на вкладку Modify и в свитке настроек Intensity/Color/ Attenuation (Интенсивность/Цвет/Затухание) задайте значение параметра Multiplier (Яркость) равным 0,5.

**16.** Откорректируйте вид тени, падающей от плафона. Для этого: 1) выделите плафон;

2) перейдите на вкладку **Modify** и в стеке модификаторов щелкните на названии модификатора **Lathe** (Вращение вокруг оси);

3) в свитке **Parameters** (Параметры) настроек модификатора увеличьте значение параметра **Segments** (Количество сегментов), например, до 60;



4) нажмите клавишу F9, чтобы визуализировать сцену.

17. Продемонстрируйте результаты выполнения преподавателю.

- 18. Ответьте на контрольные вопросы.
- Как добавить источники света в сцену?
- Как добавить тень к изображению для придания реалистичности объекта?
- Для чего добавляется вспомогательное освещение в сцену?
- Как уменьшить интенсивность вспомогательного источника света?
- Как можно отредактировать вид тени, падающей от объекта?

19. Оформите отчет по практической работе, который должен содержать:

- название темы работы;
- цель работы;
- ответы на контрольные вопросы;
- основные понятия.
## Контрольные вопросы

- 1. Какая графика называется трехмерной?
- 2. Какие виды изображений позволяет создавать трехмерная графика?
- 3. Каковы этапы создания трехмерного изображения?
- 4. Каковы недостатки трехмерной графики?
- 5. Какова технология создания изображений в 3D-графике?
- 6. Каковы преимущества трехмерных изображений?
- 7. Какие проекции используются при создании трехмерной модели объекта?
- 8. В чем сущность применения алгоритмов тонированной раскраски сетчатых оболочек объекта?
- 9. Что называется трехмерной сценой?
- 10. Как называется процесс создания трехмерных объектов?
- 11. В чем сущность визуализации трехмерной сцены?
- 12. Чем обусловлен выбор программного обеспечения при создании трехмерных изображений?
- 13. Какие виды программных средств обработки трехмерной графики вы знаете?
- 14. Каковы достоинства и недостатки наиболее популярных программных средств создания трехмерных изображений?
- 15. Каковы основные принципы создания трехмерного изображения?
- 16. С какими объектами работают приложения трехмерной графики?
- 17. Для чего используются сплайновые поверхности при обработке трехмерных изображений?
- 18. Что понимают под модификаторами и каково их назначение в работе с трехмерными изображениями?

## Тест

1. Раздел компьютерной графики, охватывающий алгоритмы и программное обеспечение для оперирования объектами в трехмерном пространстве, — это

а) векторная графика;

б) трехмерная графика;

- в) растровая графика;
- г) фрактальная графика.

**2.** При использовании средств трехмерной графики синтез изображения выполняется по алгоритму, включающему в общем случае следующие этапы:

а) создание геометрической модели сцены;

- б) слияние слоев сцены;
- в) раскраска изображения;
- г) визуализация сцены.

3. 3D-графика позволяет создавать:

- а) рекламные ролики;
- б) плоские изображения;

в) спецэффекты;

г) реалистичные персонажи.

**4.** Простейшие геометрические фигуры, соединенные друг с другом общими сторонами, — это

а) полигоны;

б) примитивы;

в) сплайны;

г) слайды.

**5.** Недостатками трехмерной графики, которые следует учитывать при выборе средств для разработки ваших будущих графических проектов, можно условно считать:

а) меньшую свободу в формировании изображения;

б) высокую информативность отдельных зон экрана;

в) повышенные требования к аппаратной части компьютера;

г) влияние на физические реакции зрителя.

**6.** Недостатками трехмерной графики, которые следует учитывать при выборе средств для разработки ваших будущих графических проектов, можно условно считать:

- а) влияние на физические реакции зрителя;
- б) необходимость большой подготовительной работы по созданию моделей всех объектов сцены;
- в) высокую информативность отдельных зон экрана;
- г) необходимость контроля за взаимным положением объектов в составе сцены.

**7.** Набор объектов, источников света и камер, размещенных в виртуальном пространстве, а также описание фона, атмосферы и других атрибутов в 3D-графике называется:

а) полигоном;

- б) сеткой;
- в) сценой;
- г) каркасом.

**8.** Процесс, при котором поверхность объекта составляется из примитивов, – это

- а) создание каркаса 3D-объекта;
- б) «натягивание» на каркас материала, образующего поверхность 3D-объекта;
- в) задание фона сцены;
- г) рендеринг.

**9.** Процесс, при котором выбранный материал задает основные свойства поверхности объекта: цвет, текстуру, прозрачность и др., – это

а) создание каркаса 3D-объекта;

- б) «натягивание» на каркас материала, образующего поверхность 3D-объекта;
- в) задание фона сцены;
- г) рендеринг.

**10.** Процесс, при котором компьютер, используя все особенности сцены, формирует и выводит на экран окончательное изображение, записываемое в файл растрового формата, — это

- а) создание каркаса 3D-объекта;
- б) «натягивание» на каркас материала, образующего поверхность 3D-объекта;
- в) задание фона сцены;
- г) рендеринг.

11. Основные преимущества, которые открывает мир объемных изображений, – это:

- а) высокая информативность отдельных зон экрана;
- б) высокие требования к аппаратной составляющей компьютера оперативной памяти, быстроте работы процессора и т. д.;
- в) преимущества при вращении объекта;
- г) влияние на физические реакции зрителя.

12. К недостаткам 3D-графики можно отнести:

- а) высокую информативность отдельных зон экрана;
- б) высокие требования к аппаратной составляющей компьютера оперативной памяти, быстроте работы процессора и т.д.;
- в) необходимость больших временных затрат на создание моделей всех объектов сцены, могущих оказаться в поле зрения камеры;
- г) необходимость постоянно отслеживать взаимное положение объектов в составе сцены.

**13.** Для создания трехмерной графики используются специальные программы, которые называются:

- а) редакторами растровой графики;
- б) 3D-редакторами;
- в) редакторами фрактальной графики;
- г) редакторами векторной графики.

14. Основные виды проекций, используемых в трехмерных редакторах, – это

- а) перпендикулярные;
- б) параллельные;
- в) центральные;
- г) симметричные.

**15.** Параллельные (аксонометрические). При построении проекции трехмерного объекта его отдельные точки сносятся на плоскость проекции параллельным пучком лучей, если используются: а) перпендикулярные проекции;

б) параллельные проекции;

в) центральные проекции;

г) симметричные проекции.

**16.** Не происходит искажения горизонтальных и вертикальных размеров, но искажаются размеры, характеризующие «глубину» объекта, если используются:

а) перпендикулярные проекции;

б) параллельные проекции;

в) центральные проекции;

г) симметричные проекции.

**17.** При построении проекции трехмерного объекта его отдельные точки сносятся на плоскость проекции пучком лучей, исходящих из одной точки, соответствующей положению глаза наблюдателя, если используются:

а) перпендикулярные проекции;

б) параллельные проекции;

- в) центральные проекции;
- г) симметричные проекции.

18. Оказываются искаженными все размеры объекта, если используются:

а) перпендикулярные проекции;

б) параллельные проекции;

в) центральные проекции;

г) симметричные проекции.

**19.** Виртуальное пространство, в котором работает пользователь трехмерного редактора, называется:

а) полигоном;

б) сеткой;

в) сценой;

г) каркасом.

20. Любые трехмерные объекты в программе создаются на основе:

- а) сложных фигур;
- б) простейших примитивов;
- в) рисования;
- г) моделирования.

21. Создание трехмерных объектов называется:

- а) рендерингом;
- б) рисованием;
- в) моделированием;
- г) визуализацией.

**22.** На персональных компьютерах основную долю рынка программных средств обработки трехмерной графики занимают следующие пакеты трехмерной графики:

- a) 3D-Studio MAX;
- б) PhotoShop;
- в) Maya;
- г) CorelDraw.

23. Плюсами редактора Blender являются:

- а) кроссплатформенность;
- б) отсутствие развернутой документации;
- в) малый размер редактора;
- г) возможность работы на компьютерах со слабой конфигурацией системы.

24. К минусам редактора Blender можно отнести:

- а) общедоступность;
- б) кроссплатформенность;
- в) отсутствие развернутой документации;
- г) малый размер редактора.

# 25. Плюсами 3D-Studio MAX являются:

- а) сложность освоения;
- б) наличие большого количества приложений;
- в) невысокие системные требования;
- г) небольшой базовый набор средств моделирования и анимации.

#### 26. К минусам 3D-Studio MAX можно отнести:

- а) невысокие системные требования;
- б) сложность освоения;
- в) возможность установки на компьютерах среднего уровня;
- г) небольшой базовый набор средств моделирования и анимации.

27. Плюсы Мауа:

- а) программа сложна в освоении;
- б) огромные возможности для работы в киноиндустрии;
- в) дорогостояща;
- г) открытость для сторонних доработок.

28. Минусы Мауа:

- а) программа сложна в освоении;
- б) огромные возможности для работы в киноиндустрии;
- в) дорогостояща;
- г) открытость для сторонних доработок.

**29.** Инструмент, позволяющий незначительно или достаточно сильно искривить и исказить геометрическую форму объекта, называется:

- а) визуализатором;
- б) трансформатором;
- в) модификатором;
- г) редактором.

**30.** Плюсы VuexStearm:

а) абсолютная реалистичность изображения;

- б) требователен к мощности конфигурации системы;
- в) создание модели занимает большое количество времени;
- г) имеет функцию имитации экосистемы.

# **31.** Минусы VuexStream:

- а) требователен к мощности конфигурации системы;
- б) абсолютная реалистичность изображения;
- в) создание модели занимает большое количество времени;
- г) имеет функцию имитации экосистемы.

**32.** Sphere (сфера), GeoSphere (геосфера), Теароt (чайник) и Plane (плоскость) – это примитивы, которые относятся к классу:

- а) одноэтапные;
- б)двухэтапные;
- в) трехэтапные;

г) многоэтапные.

**33.** Вох (ящик), Cylinder (цилиндр), Torus (тороид) и Ругатій (пирамида) – это примитивы, которые относятся к классу:

- а) одноэтапные;
- б)двухэтапные;
- в) трехэтапные;

г) многоэтапные.

**34.** Сопе (конус) и Tube (труба) – это примитивы, которые относятся к классу:

- а) одноэтапные;
- б)двухэтапные;
- в) трехэтапные;
- г) многоэтапные.

**35.** Процесс, позволяющий изменить вид объекта, сделав его реалистичным, называется:

- а) текстурированием;
- б) моделированием;
- в) модифицированием;
- г) визуализацией.

**36.** Процесс, позволяющий отобразить объект в трехмерном пространстве, называется:

- а) текстурированием;
- б) моделированием;
- в) модифицированием;
- г) визуализацией.

37. Что не включает в себя пространство моделирования?

- а) материал;
- б) источник света;
- в) камеру;
- г) среду.

38. Какой технологии рендеринга не существует?

- а) Ү-буфера;
- б) трассировки лучей;
- в) глобальноого освещения.

39. Без чего возможно получение 3D-изображения?

- а) без рендера;
- б) без печати;
- в) без моделирования.

**40.** С помощью чего производятся основные построения 3D-моделей?

- а) Сплайна;
- б) точки;
- в) отрезков.

41. Каких кривых Безье не существует?

- а) кубических;
- б) высших степеней;
- в) низших степеней.

42. Какие бывают алгоритмы отсечения?

- а) двумерные;
- б) трехмерные;
- в) простые.

43. Что такое моделирование?

а) создание математической модели сцены и объектов в ней;

- б) создание изображения сцены;
- в) печать сцены в файл.

# 44. Для чего используется алгоритм плавающего горизонта?

- а) для упрощения изображения;
- б) для выравнивания горизонта на изображении;
- в) для стабилизации изображения;
- г) для удаления невидимых линий трехмерного представления функций.

- 45. Где используется Z-буфер?
- а) в оперативной памяти;
- б) в OpenGL.

46. Что не является системой рендеринга?

- a) V-Ray;
- б) Brazil;
- в) Maxwell Render;
- г) M-Ray.

47. Выберите верную расшифровку аббревиатуры 3D:

- a) 3 Doctors;
- б) 3 Dimensions;
- в) 3 Digitals;
- г) 3 Diamonds.

48. Сферы применения трехмерной графики:

- а) в кинематографе;
- б) в театре;
- в) дома;
- г) в компьютерных играх;
- д) в докладах и рефератах.

49. Этапы, не используемые для получения трехмерного изобра-

- жения на плоскости, это
- а) планирование;
- б) моделирование;
- в) алгоритмирование;
- г) текстурирование;
- д) анимация;
- е) динамическая симуляция;
- ж) визуализация;
- з) отображение.

50. К чему относятся Omni light, Spot light, Area light?

- а) к понятиям, связанным с цветовой гаммой;
- б) к типам источников освещения;
- в) к видам 3D-принтеров;
- г) к разновидностям освещения настольной лампы.

**51.** На этом этапе математическая (векторная) пространственная модель превращается в плоскую (растровую) картинку:

- а) алгоритмирование;
- б) текстурирование;
- в) моделирование;
- г) рендеринг.
  - 52. Анимация это (возможно несколько вариантов ответа):
- а) имитация движения среди трехмерных объектов;
- б) наука о животных;
- в) придание движения трехмерной модели.

**53.** Программа для моделирования относительно простых трехмерных объектов – строений, мебели, интерьера (владелец – Trimble Navigation):

- a) Adobe PhotoShop;
- б) Sketch Up;
- в) Google 3D;
- г) Corel 3D-Draw.

54. Для создания реалистичной модели объекта в трехмерной графике используют:

- а) геометрические примитивы и сплайновые поверхности;
- б) высчитывание траектории движения объектов;

в) результирующую последовательность отдельных кадров.

**55.** Закраска поверхностей методом Гуро (Gourand) заключается в следующем:

- а) цвет примитива рассчитывается лишь в его вершинах, затем линейно интерполируется по поверхности;
- б) строится нормаль к объекту в целом, ее вектор интерполируется по поверхности составляющих примитивов и освещение рассчитывается для каждой точки;
- в) свет, уходящий с поверхности в конкретной точке в сторону наблюдателя, представляется суммой компонентов, умноженных на коэффициент, связанный с материалом и цветом поверхности в данной точке.

**56.** Закраска поверхностей методом Фонга (Phong) заключается в следующем:

- а) цвет примитива рассчитывается лишь в его вершинах, затем линейно интерполируется по поверхности;
- б) строится нормаль к объекту в целом, ее вектор интерполируется по поверхности составляющих примитивов и освещение рассчитывается для каждой точки;
- в) свет, уходящий с поверхности в конкретной точке в сторону наблюдателя, представляется суммой компонентов, умноженных на коэффициент, связанный с материалом и цветом поверхности в данной точке.

57. В массиве текстур содержатся данные:

- а) о степени прозрачности материала; коэффициенте преломления; коэффициентах смещения компонентов; цвете в каждой точке, цвете блика, его ширине и резкости; цвете рассеянного освещения; локальных отклонениях векторов от нормали;
- б) о преломленном свете, свете, равномерно рассеиваемом поверхностью, зеркально отраженном свете, бликах и собственном свечении поверхности;
- в) о взаимном влиянии на границах примитивов, спроектированном материале и т. п.

**58.** Так называемый растворенный свет (Ambient Light) является: а) аналогом равномерного светового фона;

- б) аналогом Солнца;
- в) аналогом электрической лампочки.

**59.** Направленный источник света (Direct Light Source) имеет в жизни аналог в виде:

- а) Солнца;
- б) электрической лампочки;
- в) прожектора.

60. Рендеринг и визуализация:

- а) это равнозначные понятия;
- б) эти термины никак не связаны друг с другом;
- в) рендеринг является одним из компонентов визуализации.

- 300 -

# Тема 7. МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИИ

#### Учебные вопросы

- 1. Основные понятия мультимедиа.
- 2. Типы интеллектуальных медиасистем.
- Цифровое видео и его характеристики, стандарты сжатия и форматы видеофайлов.
- 4. Оцифровка звука и его хранение на цифровом носителе.
- 5. Преобразование звука из цифрового вида в аналоговый.
- 6. Преимущества и недостатки цифрового звука.
- 7. Способы хранения цифрового звука.

## Изучив данную тему, студент должен:

*иметь представление* об мультимедийных системах и технологиях, которые позволяют использовать цифровой звук, видео в жизнедеятельности человека, для ведения эффективного и безопасного бизнеса;

знать:

- особенности работы в условиях мульмедийной среды;
- стандарты сжатия и форматы видеофайлов;
- преимущества и недостатки цифрового звука;
- пакеты прикладных программ, предназначенные для работы с цифровым видео и звуком;

уметь:

- фотографировать, обрабатывать графику;
- создавать и обрабатывать видео- и аудиоматериалы;
- применять программные средства для создания несложных продуктов мультимедиатехнологий;

*владеть навыками* подготовки медиапродукта в разных знаковых системах (вербальной, аудио-, видео-, фото-, графика и т.п.).

## Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по лекциям 13 и 14;
- акцентировать внимание на основных понятиях мультимедийных технологий и методах работы с видео- и аудиоматериалами в прикладных программах;

- выполнить задания:
  - практическая работа 1;
  - практическая работа 2;
- выполнить тест;
- ответить на контрольные вопросы.

## Лекция 13. Мультимедийные технологии и медиасистемы: возможности, типы и применение

#### Основные понятия мультимедиа

Мультимедиа (multimedia) — это современная компьютерная информационная технология, позволяющая объединить в компьютерной системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию (мультипликацию). Данная технология позволяет вводить, обрабатывать, хранить, передавать и отображать (выводить) такие типы данных, как текст, графика, анимация, оцифрованные неподвижные изображения, видео, звук, речь.

Несомненным достоинством и особенностью технологии являются следующие возможности мультимедиа, которые активно используются в представлении информации:

- возможность хранения большого объема самой разной информации на одном носителе;
- возможность увеличения (детализации) на экране изображения или его наиболее интересных фрагментов, иногда в двадцатикратном увеличении (режим «лупа») при сохранении качества изображения;
- возможность сравнения изображения и обработки его разнообразными программными средствами с научно-исследовательскими или познавательными целями;
- возможность осуществления непрерывного музыкального или любого другого аудиосопровождения, соответствующего статичному или динамичному визуальному ряду;
- возможность использования видеофрагментов из фильмов, видеозаписей и т. д., функции «стоп-кадра», покадрового «пролистывания» видеозаписи;
- возможность подключения к глобальной сети Internet;

- возможность работы с различными приложениями (текстовыми, графическими и звуковыми редакторами, картографической информацией);
- возможность «свободной» навигации по информации и выхода в основное меню (укрупненное содержание), на полное оглавление или вовсе из программы в любой точке продукта.

Более продвинутым уровнем мультимедиа считаются интеллектуальные системы, которые не только транслируют информацию, но и могут централизованно управлять ею. Например, подобная система может быть настроена на включение за определенное время до начала мероприятия. При этом она сама проводит проверку на наличие ошибок и «знает» последовательность воспроизведения. Такие системы могут быть синхронизированы с расписанием мероприятий в почтовом сервисе.

Главная задача интеллектуальных медиасистем — облегчить нашу жизнь, сделать необходимые процессы более функциональными, оптимизировать их, сократив тем самым временные и финансовые издержки. Все части системы связаны между собой и входят в единое информационное пространство. Управление системой часто осуществляется из одной точки, одним человеком, интуитивно понятно и доступно.

Интеллектуальные системы могут быть использованы практически в любой сфере бизнеса. Сегодня они активно применяются во всех странах Европы и в США, постепенно завоевывая и Россию. Специалисты считают, что за мультимедиа будущее. Но в таком случае можно сказать, что будущее уже наступило.

Мультимедийные технологии используют аппаратные и программные средства. К *аппаратным* относятся аналоговые и цифровые преобразователи сигналов, видеопроцессоры, декодеры, звуковые и видеокарты. Таким образом, все устройства звукозаписи, воспроизведения, передачи и обработки звука и изображения (в том числе и средства виртуальной реальности – очки, бинокли, VR-шлемы и перчатки, 3D-панели).

Программные средства — это то, что помогает разрабатывать мультимедийные приложения, т. е. программы по работе с графикой и изображением, созданию анимации, в том числе 3D-анимации, обработке звука, видеомонтажу и т. д.

#### Типы интеллектуальных медиасистем

Типов интеллектуальных медиасистем на сегодняшний день довольно много. Рассмотрим подробнее, какие варианты реализации имеют разные системы и какие задачи они помогут решить.

Аудиосистемы. Имеют широкое применение — от конференц-залов и переговорных комнат до вокзалов и стадионов. Без них невозможно представить проведение театрализованных представлений, концертов, лекций. Аудиосистемы необходимы для оперативного оповещения людей в случае опасности или для донесения важной информации, поэтому их также устанавливают в офисах, торговых центрах, школах и других учреждениях.

Главные задачи аудиосистем:

- передача и усиление звука без искажений, регулировка звука;
- фоновое и концертное озвучивание;
- трансляция аудиоинформации, микрофонные и конгресс-системы;
- оповещение в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Видеосистемы и системы видеотрансляции. Дисплеи и проекторы, светодиодные фасады и экраны, видеостены и многие другие инструменты визуализации выполняют две основные функции: трансляция видеоинформации (в том числе в режиме реального времени) и видеонаблюдение, поэтому их часто используют:

- во время проведения мероприятий, презентаций, концертов, конференций для отображения информации на экране (корпоративная информация, вывод расписания);
- в торговых центрах, в аэропортах, на вокзалах, на улице для рекламы и донесения важной информации;
- в офисах, на предприятиях, на всех крупных объектах и в местах большого скопления людей (в том числе на выборах) – для слежения и записи происходящего;
- в гостиницах, отелях для создания гостиничного телевидения и системы IPTV;
- на выставках и в крупных выставочных комплексах в качестве интерактивных табло, стендов и карт для демонстрации дизайн-проекта будущего объекта. Достаточно только руки и экрана (стены, интерактивного стола, табло), чтобы увидеть интересующую информацию. Более продвинутые решения позволяют управлять в трехмерном пространстве даже без прикосновения к экрану.

**Системы освещения.** Это не просто вкрученные лампочки, это автоматизированное управление искусственным и естественным освещением, архитектурное, постановочное и сценическое освещение, а также:

- возможность создавать разную интенсивность света в различных зонах, например периметральное, банкетное, концертное освещение, подсветка;
- сопровождение мероприятий, создание нужных эффектов;
- аварийное освещение и оповещение на случай чрезвычайных ситуаций;
- оформление помещений, создание необходимой атмосферы и обстановки.

Таким образом, системы освещения необходимы в концертных, конференц-залах, выставочных комплексах, музеях, офисах, банковских и государственных учреждениях и в других общественных зонах, например, залах и помещениях отелей.

Видео-конференц-связь. Видео-конференц-связь (ВКС) позволяет общаться в режиме реального времени людям, находящимся на значительном расстоянии друг от друга. Это намного эффективнее общения по телефону, поскольку вы, во-первых, можете видеть друг друга, а во-вторых, участвовать в коллективной беседе. В текущих условиях ВКС становится альтернативой встречам лицом к лицу, исключающей влияние таких факторов, как пробки, напряженный рабочий график участников, территориальная удаленность, затраты на командировки.

Такая система пригодится:

- в работе компаний, которые имеют разветвленную сеть филиалов, в собрании могут принимать участие сотрудники из других городов;
- для проведения переговоров с клиентами из разных стран;
- в дистанционном обучении, телемедицине;
- в СМИ для передачи информации с места событий и др.

Видео-конференц-связь экономически более выгодна. Сокращаются расходы на командировки, управление предприятием становится более эффективным, экономится время менеджеров. Стоимость минуты видеоконференции сравнима со стоимостью мобильной связи, но при этом ее охват и эффективность в разы выше. Системы интерактивного (централизованного) управления. Они позволяют следить за процессом в режиме реального времени, здесь и сейчас и из одной точки. Дают возможность общесистемного администрирования и мониторинга. При этом интерактивное управление объединяет сразу все системы и позволяет централизованно настраивать их. Таким образом, они могут работать дистанционно, что приведет к сокращению издержек на персонал. Как правило, одного специалиста будет достаточно.

Рассмотрим несколько примеров использования интерактивного управления.

1. Системы комплексной безопасности. Они «сами» следят за реакцией всех датчиков, осуществляя контроль сразу по многим направлениям (доступ, видеонаблюдение, пожарная сигнализация и др.).

2. Проведение мероприятий, обеспечение светом, звуком, изображением, спецэффектами. Организация работы по расписаниям и встречам из почтовой программы.

3. Создание логистических цепочек, учет и анализ бизнес-процессов, систем отчетности, сбор информации. Все это применимо как на больших предприятиях, так и, допустим, в фитнес-клубах, где доступ к тренажеру, шкафчику для хранения, сохранение информации о программе тренировок и результатах, учет количества посетителей и т.д. также может осуществляться посредством интерактивного управления.

Виртуальная и дополненная реальность. В созданной виртуальной реальности вы можете, например, оценить дизайн-проект, посмотреть разные варианты отделки и планировки. Таким образом, эта система может быть успешно использована при проектировании зданий, разработке дизайна помещений, а также в игровых и развлекательных пространствах.

Для создания виртуальной и дополненной реальности используются 3D-комнаты и видеоклубы, голографические изображения: дополнительные световые, звуковые и другие эффекты значительно меняют восприятие информации, усиливая и поддерживая друг друга.

#### Цифровое видео и его характеристики, стандарты сжатия и форматы видеофайлов

В 1992 году фирмы IBM и Intel разработали программную технологию Indeo (сокращенно от Intel Video), с ее помощью у пользователей появилась возможность оцифровывать видео и создавать видеофайлы на ПК с последующим их воспроизведением на экране монитора.

Изначально цифровое видео представляло собой преобразованный в цифровой формат аналоговый сигнал. При этом сама процедура преобразования неминуемо приводила к некоторой потере качества. В настоящее время видеомагнитофоны и VHS-камеры ушли в прошлое, им на смену пришли современные цифровые видеокамеры, DVD и Blu-Ray-плееры, которые позволяют получать сигнал сразу в цифровом виде. Да и аналоговое телевидение постепенно уступает место более прогрессивному цифровому.

#### Основные характеристики цифрового видео

Цифровое видео имеет пять основных характеристик: экранное разрешение, частота кадров, глубина цвета, битрейт (ширина видеопотока) и качество изображения.

Экранное разрешение (Resolution) — обозначает количество точек (пикселов) по горизонтали и вертикали, из которых состоит изображение (видеокадр) на экране. При записи разрешения сначала указывается значение количества точек в строке (горизонтальное разрешение), а затем число строк, участвующих в построении изображения (вертикальное разрешение). Например, для европейского видеостандарта PAL размер кадра составляет 720×576 пикселов, для североамериканского стандарта NTSC — 720×480, для видео высокой четкости (HD 720p) — 1280×720, а для новомодного стандарта HDTV (Full HD) — 1920×1080 точек. Таким образом, чем выше экранное разрешение, тем качество видео лучше.

*Частота кадров* — величина, указывающая на то, какое количество кадров сменяется за секунду. Стандартной скоростью воспроизведения видеосигнала считается величина, равная 30 кадрам в секунду. Для кино этот показатель несколько меньше и составляет 24 кадра в секунду.

Глубина цвета (цветовое разрешение) — характеристика, указывающая количество цветов, которые могут участвовать в формировании видеоизображения. Количество цветов в цифровом видео измеряется в битах. Так, 1 бит может принимать два разных значения (0 или 1) и позволяет, соответственно, закодировать только два цвета (обычно черный и белый). С помощью двух битов можно закодировать уже четыре цвета ( $2^2 = 4$ ), с помощью трех битов — восемь цветов ( $2^3$ ), четырех — 16 ( $2^4$ ) и т. д.

Как правило, цветовое разрешение описывается с помощью специальных цветовых моделей. В компьютерной технике применяется модель RGB (красный-зеленый-синий), которая может быть представлена следующими наиболее распространенными режимами глубины цвета: 8 бит (256 цветов), 16 бит (65 536 цветов) и 24 бита (16 777 216 цветов). К слову, человеческий глаз, по разным источникам, может воспринять от 5 до 10 млн цветовых оттенков.

Битрейт (ширина видеопотока) — показывает количество обрабатываемых битов видеоинформации за одну секунду времени. Иначе говоря, это скорость видеопотока, которая измеряется в мегабитах в секунду (Мбит/с). Чем она выше, тем лучше качество. Например, для стандарта DVD-видео ширина потока составляет около 5 Мбит/с, а для формата телевидения высокой четкости HDTV — уже 10 Мбит/с. Кстати, наиболее часто значение битрейта используется для оценки качества передаваемого видео через Интернет.

*Качество изображения* — характеристика, призванная оценить качество обработанного видео в сравнении с оригиналом и определяющаяся совокупностью значений разрешения, глубины цвета и скорости видеопотока.

Цифровое изображение — результат математического расчета, в котором в качестве одного из основных параметров фигурирует число пикселов, определяющее пространственное разрешение. Каждому пикселу приписывается определенное значение сигнала яркости и сигналов цветности при заданной разрядности — числе битов. Чем выше разрешение и чем больше градаций цветов и уровней яркости, тем выше будет и качество изображения (и, конечно, тем большим будет и объем цифровой информации). При получении изображений высокой четкости вся видеоинформация в камерной головке обрабатывается и выводится в форме HD или HDV-видеосигналов, аналогично тому, как это происходит в обычной видеокамере.

Если камеры формата PAL, как правило, записывают сигнал, полученный с использованием обычной чересстрочной развертки, то HD-камеры дают возможность выбора между чересстрочным (interlaced) и прогрессивным (progressive) форматами записи. Выбор формата записи оказывает существенное влияние на результирующее качество изображения. В чересстрочном режиме камера обычно работает с фильтром, действующим в вертикальном направлении, за счет которого уменьшение разрешения по вертикали может достигать 30 %. Однако фильтрация необходима, в противном случае при использовании аппаратуры на электронно-лучевых трубках невозможно было бы избавиться от назойливого дрожания строк изображения. При записи в прогрессивном режиме такой проблемы не возникает. и фильтр становится не нужен. Точно так же прогрессивная запись обеспечивает лучшее разрешение движущихся изображений, поскольку все строки записываются за один раз. Вот почему изображения, полученные с помощью прогрессивной записи, оказываются при том же числе строк гораздо более четкими, чем чересстрочные.

По самому принципу своей работы все новые системы отображения, такие как плазменные и жидкокристаллические (TFT) экраны и проекторы, являются прогрессивными. При подаче на них чересстрочного сигнала последний надо сначала «освободить» от чересстрочной структуры (de-interlace), что очень сложно, требует дополнительной обработки и не всегда приводит к успеху. С другой стороны, прогрессивные сигналы воспроизводятся такими дисплеями напрямую, и освобождение от чересстрочности становится ненужным. Таким образом, можно ожидать, что прогрессивные форматы в ближайшем будущем станут превалирующими.

Скорость передачи данных (битрейт). Скорость передачи данных, или величина цифрового потока, или битрейт — параметр, определяющий объем визуальной и звуковой информации, передаваемой в единицу времени. При одном и том же типе компрессии более высокая скорость передачи обеспечит и более высокое качество сигнала. При использовании различных схем компрессии качество будет определяться как скоростью передачи, так и эффективностью компрессии. Например, один и тот же битрейт в сигнале MPEG-2 обеспечивает более высокое качество по сравнению с DV-сигналом, поскольку MPEG-2 работает более эффективно.

Сжатие (компрессия). Процедура сжатия видеоданных заключается в конденсации (слиянии) похожих пикселов, расположенных в пределах одного кадра или рядом в соседних кадрах. Схожие визуальные структуры в разных кадрах выделяются с помощью анализа и конденсируются в пределах определенного числа кадров (так называемые группы изображений GOP (Group of pictures)). При сжатии аудиосигналов из них просто удаляется «неслышимая» информация.

**МРЕ** — общее наименование технологической платформы, созданной Международной организацией по стандартизации (ISO — International Standards Organisation) и Международной электротехнической комиссией (IEC — International Electrotechnical Commission). Последняя разработала ряд стандартов для кодирования исходных аудио- и видеосигналов, которые и получили общее наименование стандартов MPEG. Сам термин MPEG является сокращением от Motion Pictures Experts Group, что означает «Группа экспертов по движущимся изображениям». Группа MPEG занимается стандартизацией технологий сжатия цифровой аудио- и видеоинформации. Стандарты MPEG формируются на основе общей базовой структуры, допускающей достаточно большую свободу конфигураций, и имеют несколько уровней. Каждый уровень описывает определенные характеристики, и при этом не обязательно включает в себя номер версии.

Стандарт **MPEG2** охватывает технологии, реализованные в любом DVD-плеере, где бы тот ни работал, и во всех системах цифрового телевидения. Платформы цифрового телевидения высокой четкости используют MPEG2 видеокомпрессию формата MP@HL (Main Profile at High Level) при следующих скоростях передачи: 15 Мбит/с в формате 720р50 и 19 Мбит/с в формате 1080i25. Поскольку прогрессивные сигналы легче поддаются сжатию, формат 720р50 при том же качестве изображения реализуется при более низкой скорости передачи. По этой причине Европейский вещательный союз EBU (European Broadcast Union) предложил использовать в качестве вещательного формата в Европе именно 720р50. **MPEG4** — новый стандарт для сжатия любой мультимедийной информации. При передаче сигналов HDTV используется схема сжатия MPEG4/H.264, известная также как AVC (Advanced Video Coding). В качестве технологического формата MPEG4 сочетает различные мультимедийные платформы и будет использоваться в будущем в Интернете и мобильных телефонах. Переход с существующего стандарта MPEG2 на более экономный MPEG4 позволит высвободить до 30 % дорогих передающих мощностей. Скорость передачи HD-сигналов будет составлять в этом случае всего 3...10 Мбит/с.

Windows Media Версия 9 (VC1), известный также как стандарт SMPTE VC1/WM9, поддерживает HD-разрешение и многоканальное аудио (от 5,1 до 6 каналов) и имеет функцию защиты от копирования в качестве интегрированной цифровой системы управления правами (digital rights management system – (DRM). Скорость передачи данных при телевизионной HD-трансляции составляет для VC1/WM9 от 6 до 10 Мбит/с.

Как MPEG4/H.264, так и VC1 используют для сжатия более сложные алгоритмы, чем MPEG2, поэтому декодирование требует более мощных вычислительных ресурсов. Если компрессор на частоте 3 ГГц может без проблем декодировать сжатый по MPEG2 поток HDTV-данных, то для декодирования сравнимого сигнала формата MPEG4/H.264 требуется уже  $2\times3,4$  ГГц. Даже внедрение автономных приставок потребует еще определенных усилий, которые смогут увенчаться успехом только за счет разработки новых полупроводниковых чипов (хотя, несмотря на это, первые приемные устройства уже появились).

**DOLBY DIGITAL 5.1**. Как правило, в разговорах о HDTV-изображениях высокого качества часто упоминаются и более сложные многоканальные аудиосистемы (surround sound, т. е. панорамное звучание, или «окружающий звук»). Чаще всего при этом имеют в виду **Dolby Digital 5.1** — систему, включающую пять аудиосигналов в полном частотном диапазоне (от 20 до 20 000 Гц) и один низкочастотный канал. Таким образом, в системе Dolby Digital 5.1 используется шесть динамиков, которые расставляются вокруг аудитории в целях создания впечатления объемного трехмерного звучания. Динамики располагаются следующим образом: спереди по центру — для диалогов, спереди слева и спереди справа — как в обычной стереосистеме. Звуковые эффекты воспроизводятся динамиками сзади слева и сзади справа, а сабвуфер располагается по центру сзади. Благодаря этому становится возможным создать у зрителей впечатление о прохождении через центр комнаты поезда или погони, или что сзади произошел взрыв. Система Dolby Digital известна также как AC-3 (Audio Codec 3) и представляет собой аудиоформат с высокой степенью сжатия в рамках стандарта DVB. С помощью специальной схемы компрессии поток данных системы Dolby 5.1 может быть преобразован в экономичный формат Dolby-E. Записанные сигналы изображения и звука системы 5.1 могут одновременно переноситься на одной кассете формата Digital Beta или HDCAM. На одном мастер-носителе возможна поддержка двух различных языков в Dolby Digital и еще двух — в Dolby Surround.

**DTE**. DTE, что означает Direct To Edit, т. е. «сразу на монтаж» – это технология, разработанная компанией Focus Enhancements, которая обеспечивает прямой доступ к клипам, записанным на жестком диске видеорекордера. Использование технологии DTE делает излишней процедуру «захвата» записанного на ленте материала, что весьма существенно экономит время монтажа.

**DV**. Сокращение DV означает Digital Video (цифровое видео) и описывает широко известный формат цифровой записи видеосигналов стандартной четкости (SD) на ленту. Благодаря высокому качеству, а также соглашению по поводу формата, к которому еще в 1990-х годах пришли свыше 50 производителей оборудования, формат получил широкое признание среди заказчиков и быстро распространился на рынке. Низкая стоимость кассет делает DV «форматом выбора» для экономичной HDTV-записи. Именно в этом заключается причина того, что этот признанный ленточный формат был выбран также и в качестве средства записи сигналов видео высокой четкости HDV.

Стандарты DVD-дисков для HD. HD-DVD и Blu-ray<sup>™</sup> – два типа DVD-дисков высокой четкости, между которыми в настоящее время идет борьба за выход на рынок. Оба используют лазеры с более короткой длиной волны, лучи которых могут быть лучше сфокусированы и, соответственно, могут записывать и считывать более тонкие структуры, обеспечивая запись больших объемов данных. Благодаря тому, что информационный слой диска Blu-ray<sup>™</sup> находится очень близко к поверхности, становится возможным работать с еще более тонкими структурами и, соответственно, иметь еще большую емкость. Конечно, данная технология более подвержена царапинам и загрязнениям и требует организации нового производства.

HD-DVD является дальнейшей разработкой «Прогрессивного оптического диска» (advanced optical disc – AOD) и имеет несколько меньшую емкость, чем Blu-ray<sup>™</sup>. Расстояние между информационным слоем и поверхностью составляет 0,6 мм, так же как на обычных DVD-дисках, что делает его более устойчивым к царапинам и загрязнениям. Благодаря структуре HD-DVD, аналогичной обычному DVD-диску, существующие мощности по производству DVD могут быть модернизированы с небольшими затратами и усилиями.

Европейский вещательный союз (EBU – European Broadcasting Union) является «зонтичной» организацией Европейских вещательных корпораций со штаб-квартирой в Женеве (www.ebu.ch). В составе EBU 74 члена из 54 стран Европы, Северной Африки и Ближнего Востока. Союз отвечает за работу сети «Евровидения», которая распространяет большую часть новостных и спортивных программ в Европе. Кроме многих других видов деятельности, Европейский вещательный союз занимается техническим развитием и оказывает консультативную помощь в области цифрового аудиовещания (DAB), цифрового телевидения (DVB) и телевидения высокой четкости (HDTV).

Европейская ассоциация информационных и телекоммуникационных технологий и бытовой электроники (EICTA – European Information, Communications and Consumer Electronic Industry Technology Association) выпустила список требований, которым должны удовлетворять приемные телевизионные устройства, способные принимать HD-сигналы. Для обозначения таких устройств используется знак HD ready, призванный служить указателем для потенциальных покупателей и ставящийся на аппаратуру, рассчитанную исключительно на бытовой сектор рынка.

Требуемые характеристики дисплеев, реализующих HD-отображение:

поддержка всех международных уровней разрешения (720 строк × 1280 пикселов и 1080 строк х 1920 пикселов (по крайней мере 720 строк);

- широкоэкранный формат экрана 16:9;
- частота кадров 50 и 60 Гц как в чересстрочном, так и в прогрессивном режиме;
- интерфейсы для передачи видеосигналов с HD-качеством;
- аналоговые компонентные входы (сигналы передаются по трем отдельным проводникам);
- цифровые интерфейсы стандартов DVI и HDMI, оба с системой защиты от копирования HDCP.

# Требуемые характеристики автономных приставок, реализующих HD-прием:

- спутниковый прием сигналов с модуляцией DVB-S2;
- декодер изображения: MPEG2 (HighProfile@MainLevel) и MPEG4 AVC (H.264), Microsoft VC-1;
- декодер звука: MPEG, DolbyDigital, AAC-HE;
- изображение 1260×720р с частотой 50 и 60 Гц и 1920×1080i с частотой 50 и 60 Гц;
- выход HDMI для сигналов телевидения высокой четкости HDTV (изображение и звук).

HDCP. Система защиты широкополосного цифрового контента (HDCP – High Bandwidth Digital Content Protection) представляет собой процедуру шифрования для цифровых HD-видеоинтерфейсов. Система HDCP предназначена для предотвращения копирования HDTV-программ.

**HDMI**. Мультимедийный интерфейс высокой четкости (HDMI – High Definition Multimedia Interface) – полностью цифровой интерфейс для передачи изображений высокого разрешения и аудиоинформации. Видеочасть HDMI основана на стандарте DVI и совместима с ним по нисходящей линии. Большая часть оборудования поддерживает в интерфейсе HDMI процесс шифрования HDCP. В то же время HDCP не является обязательной частью HDMI.

**HDTV** означает High Definition Television, т. е. телевидение высокой четкости (ТВЧ) — совокупность новых цифровых технологий записи и воспроизведения звука и изображения. В силу отсутствия до сих пор единого международного стандарта по определению HDTV любое разрешение выше существующего на сегодня числа строк (625 в PAL/SECAM 625 или 525 в NTSC) может обозначаться как HDTV. Формат экрана 16:9 в сочетании с высоким разрешением практически полностью приближает изображение HDTV к тому, что привыкли видеть кинозрители.

**HDCAM** – цифровой видеоформат, механические характеристики которого основаны на формате digital-betacam. При разрешении 1920х1080 пикселов и ширине экрана 16:9 HDCAM обеспечивает скорость передачи 185 Мбит/с в режиме 24р. После предварительной фильтрации (сокращение полосы до 23 МГц и числа пикселов по горизонтали до 1440 вместо 1920) данные сохраняются в сжатом формате, позволяющем уместить их на ленте с металлопорошковым покрытием толщиной 14 мк. Лента HDCAM способна обеспечить аудиоформат Dolby E и может содержать на выбор 16 различных языков сопровождения в режиме моно или 8 различных языков в режиме стерео, или два языка в режиме 5.1 Dolby Digital и два других языка – в Dolby Surround.

**HDSDI** означает High Definition Serial Digital Interface, т. е. последовательный цифровой интерфейс высокой четкости. HDSDI – профессиональный интерфейс для передачи несжатых HD-сигналов по коаксиальному кабелю. Скорость передачи составляет 1,5 Гбит/с, длина кабеля может достигать 100 м. При этом HDSDI может использовать существующие кабели для интерфейса SDI (Serial Digital Interface), что упрощает переоборудование студий. Однако такие компоненты, как платы приема сигналов для систем монтажа оказываются в данном случае существенно дороже по сравнению с IEEE1394.

**IEEE1394.** Интерфейс для цифровых данных, известный также как FireWire<sup>™</sup>, может использоваться для подключения периферийных устройств компьютера, таких как жесткий диск. Свою популярность, однако, он завоевал в основном благодаря применению в качестве недорогого интерфейса для подключения камкордеров и периферийных устройств в системах нелинейного монтажа. Данные передаются в сжатом виде как DV (25 Mbit) или HDV (19,7 Мбит/с или 25 Мбит/с).

**HDV.** Формат видео высокой четкости (high definition video – HDV) представляет собой комбинацию технологий HD и DV. В формате HDV видеосигналы высокого разрешения записываются

с использованием MPEG2-компрессии (HD-MPEG) на обычную кассету mini-DV.

Рекордер HDV ведет запись с постоянной скоростью передачи. В режиме HDV-1 (720р) скорость передачи составляет 19 Мбит/с, в HDV-2 (1080i) – 25 Мбит/с. Сгенерированные данные могут передаваться в реальном времени через кабель FireWire на компьютер (настольный или ноутбук) для последующего монтажа.

#### Стандарты на запись, передачу и воспроизведение изображений

Стандарт на запись, передачу и воспроизведение изображений высокой четкости определяется числом строк, числом пикселов на строке и частотой кадров. Согласно самой концепции стандарта, стандарт есть общее описание и определение общепризнанных и апробированных базовых технологий в определенной области приложений. Стандарт всегда должен быть ограничен жесткими техническими нормами и ясно определен, в то же время определение имеет общий характер. Таким образом, стандарт сам отвечает некоторым нормам, в то же время нормой не являясь. На сегодняшний день ни одного общемирового стандарта на телевидение высокой четкости HDTV так и не установлено.

«Безленточный» (tapeless) — слово, являющееся синонимом записи материала стандартной (SD) и высокой (HD) четкости на носитель, в котором не используется магнитная лента. Доступными на сегодня альтернативами ленте являются оптические носители, например XDCAM<sup>тм</sup>, жесткие диски (Firestore<sup>тм</sup>) и твердотельные накопители (SD Card,  $P2^{тM}$ ).

Преимуществом безленточных методов работы является быстрый доступ к записи без необходимости передачи материала в реальном времени с ленты на монтажную систему и возможность сохранения дополнительной сопровождающей информации, такой как метаданные (meta data). Типичной системой для безленточной записи является видеорекордер на жестком диске DR-HD100. Аппарат обеспечивает до 8 ч записи и возможность прямого доступа к записанному материалу через интегрированный интерфейс FireWire.

**Транспондер.** Транспондер (transponder) представляет собой размещенный на спутнике высокочастотный приемопередающий канал, функция которого состоит в приеме сигнала, поступающего с наземной станции, преобразовании его в сигнал другой частоты и передаче на Землю на новой частоте. Сегодняшние спутники имеют большое число транспондеров. Во времена аналоговой передачи один транспондер позволял передавать только одну телевизионную или несколько звуковых программ.

Использование в цифровых технологиях мультиплексирования, или уплотнения, позволяет в сжатой форме передавать через один транспондер множество телевизионных и аудиопрограмм. Чем выше степень сжатия сигналов, тем больше программ можно передать и тем ниже будет стоимость передачи. Однако, к сожалению, в ряде случаев результатом является низкое качество программ.

При скорости передачи 27 Мбит/с, обеспечиваемой транспондером, через него можно передать 6—8 программ стандартной четкости с потоком 3...6 Мбит/с на каждую (MPEG2-компрессия). В то же время HD-программа, в случае MPEG2-компрессии, потребует 16...19 Мбит/с, что сразу займет большую часть полосы. В этом случае эффективное применение транспондеров для передачи HD-программ возможно только при использовании такой технологии сжатия, как MPEG4/H.264.

Стандарты телевизионной передачи (международные, стандартной четкости). Любая телевизионная передача со станции на приемник связана с кодированием аудио- и видеоданных, в том числе и с кодированием цветовой информации. Среди возможных систем передачи цветного изображения (на техническом жаргоне – систем «модуляции») доминирующими на сегодня в мире являются три:

- 1) PAL (Phase Alternating Line Система со сменой фазы через строку);
- 2) SECAM (Sequentiel Couleur a Memoire (фр.) = Sequential Colour with Temporary Storage (англ.) Система с последовательной передачей цветов с памятью);
- 3) NTSC (National Television Standards Committee Система национального комитета по телевизионным стандартам (США)).

**Тв-передача (HDTV, международные стандарты)**. Характеристики HDTV-передачи определяются числом строк развертки, частотой кадров, частотой строк, сигналами цветности, схемой цветовой дискретизации и стандартом сжатия. Несмотря на то что Международный консультативный комитет по радиовещанию (CCIR – International Consultative Radio Committee) еще в 1986 году начал разработку международного унифицированного производственного стандарта для будущего телевидения высокой четкости, общего соглашения на международном уровне достичь до сих пор так и не удалось. Для высококлассных high-end-приложений обсуждаются два различных стандарта — 1080i и 720р. Одновременно имеется возможность работать и с 1080р, хотя последний, требуя в 2 раза большей скорости передачи по сравнению с 1080i и 720р, в настоящее время для вещания экономически невыгоден. С точки зрения разрешения стандарты 1080i и 720р примерно равноценны. Различие в том, что 1080i обеспечивает несколько лучшее разрешение при отображении неподвижных объектов, а 720р лучше отображает подвижные изображения и свободен от артефактов, связанных с чересстрочной разверткой.

При использовании существующей схемы сжатия MPEG2 MP@ HL HD-каналы требуют примерно вчетверо больше передающей мощности по сравнению с обычными каналами. Будущими технологиями видеокодирования при передаче цифровых HDTV-сигналов с еще более сильной компрессией являются MPEG4/H.264 или даже SMPTE VC-1.

Передача HDTV-сигналов через DVB-S2 (digital video broadcast – satellite 2). Термин DVB-S2 возник в связи с распространением HDTV-программ посредством спутникового вещания. Новый стандарт модуляции DVB-S2 является дальнейшим развитием DVB-S с улучшенной схемой исправления ошибок (так называемое прямое исправление ошибок – forward error correction, FEC) и схемой модуляции, обеспечивающей большую плотность данных. Таким образом, объем данных, передаваемых через транспондер, можно будет увеличить на 40 %. При передаче HDTV в формате 720р с кодированием MPEG4 или WMV9-(VC1) с потоком 8 Мбит/с на программу число передаваемых через транспондер программ может достичь шести. Кроме того, система DVB-S2 даст возможность вести региональное вещание посредством адаптивного кодирования и модуляции (ACM).

С новыми стандартами модуляции DVB-S2 и кодирования MPEG4 Европа получает самую передовую на сегодня в мире

HDTV-систему. Прием в DVB-S2 осуществляется аналогично DVB-S, однако телевизор или приемное устройство в этом случае должны вместо разъема Scart иметь разъем интерфейса HDMI с возможностью приема HDTV-сигналов. Разъем DVI на телевизоре и разъем HDMI на приемнике могут соединяться через адаптер. Существующие платы приемников DVB-S способны принимать сигнал HDTV при установке в быстродействующий компьютер и могут даже обеспечить запись программ на жесткий диск. Однако при сегодняшних способах MPEG2-кодирования диск заполнится очень быстро – два часа фильма потребуют 14 Гбайт дисковой памяти.

## Лекция 14. Цифровой звук и его характеристики, стандарты сжатия и форматы аудиофайлов

Термином «аудио» сегодня обозначают все, что так или иначе связано со звуком. Это и обработка, и воспроизведение, и сведение, и просто прослушивание аудиозаписей.

В соответствии с теорией математика Фурье звуковую волну можно представить в виде спектра входящих в нее частот.



Рис. 7.1. Звуковая волна и частотные составляющие спектра

Частотные составляющие спектра — это синусоидальные колебания (так называемые чистые тона), каждое из которых имеет свою собственную амплитуду и частоту. Таким образом, любое, даже самое сложное по форме колебание (например, человеческий голос) можно представить в виде суммы простейших синусоидальных колебаний определенных частот и амплитуд. И наоборот, сгенерировав различные колебания и наложив их друг на друга (смикшировав, смешав), можно получить различные звуки.

Например, человеческий слуховой аппарат/мозг способен различать частотные составляющие звука в пределах от 20 Гц до ~20 кГц (верхняя граница может колебаться в зависимости от возраста и других факторов). Кроме того, нижняя граница сильно колеблется в зависимости от интенсивности звучания.

#### Оцифровка звука и его хранение на цифровом носителе

«Обычный» аналоговый звук представляется в аналоговой аппаратуре непрерывным электрическим сигналом. Компьютер оперирует с данными в цифровом виде. Это означает, что и звук в компьютере представляется в цифровом виде.

Цифровой звук — это способ представления электрического сигнала посредством дискретных численных значений его амплитуды. Допустим, мы имеем аналоговую звуковую дорожку хорошего качества (говоря «хорошее качество», будем предполагать нешумную запись, содержащую спектральные составляющие из всего слышимого диапазона частот — приблизительно от 20 Гц до 20 кГц) и хотим «ввести» ееёе в компьютер (то естьт.е. оцифровать) без потери качества.

Звуковая волна — это некая сложная функция, зависимость амплитуды звуковой волны от времени. Казалось бы, что раз это функция, то можно записать ее в компьютер «как есть», то есть описать математический вид функции и сохранить в памяти компьютера. Однако практически это невозможно, поскольку звуковые колебания нельзя представить аналитической формулой (как  $y = x^2$ , например). Остается один путь — описать функцию путем хранения ее дискретных значений в определенных точках. Иными словами, в каждой точке времени можно измерить значение амплитуды сигнала и записать в виде чисел. Однако и в этом методе есть свои недостатки, так как значения амплитуды сигнала мы не можем записывать с бесконечной точностью, и вынуждены их округлять. Говоря иначе, мы будем приближать эту функцию по двум координатным осям — амплитудной и временной (приближать в точках — значит, говоря простым языком, брать значения функции в точках и записывать их с конечной точностью). Таким образом, оцифровка сигнала включает в себя два процесса — процесс дискретизации (осуществление выборки) и процесс квантования. Процесс дискретизации — это процесс получения значений величин преобразуемого сигнала в определенные промежутки времени.



Рис. 7.2. Процесс дискредитации

Квантование — процесс замены реальных значений сигнала приближенными с определенной точностью. Таким образом, оцифровка — это фиксация амплитуды сигнала через определенные промежутки времени и регистрация полученных значений амплитуды в виде округленных цифровых значений (так как значения амплитуды являются величиной непрерывной, нет возможности конечным числом записать точное значение амплитуды сигнала, именно поэтому прибегают к округлению). Записанные значения амплитуды сигнала называются отсчетами. Очевидно, что чем чаще мы будем делать замеры амплитуды (чем выше частота дискретизации) и чем меньше мы будем округлять полученные значения (чем больше уровней квантования), тем более точное представление сигнала в цифровой форме мы получим. Оцифрованный сигнал в виде набора последовательных значений амплитуды можно сохранить.



Рис. 7.3. Квантование

В цифровом звуке из-за дискретности информации об амплитуде оригинального сигнала появляются различные шумы и искажения (под фразой «в цифровом звуке есть такие-то частоты и шумы» подразумевается, что когда этот звук будет преобразован обратно из цифрового вида в аналоговый, то в его звучании будут присутствовать упомянутые частоты и шумы). Так, например, джиттер (jitter) – шум, появляющийся в результате того, что осуществление выборки сигнала при дискретизации происходит не через абсолютно равные промежутки времени, а с какими-то отклонениями. Таким образом, если, дискретизация проводится с частотой 44,1 кГц, то отсчеты берутся не точно каждые 1/44100 секунды, а то немного раньше, то немного позднее. А так как входной сигнал постоянно меняется, то такая ошибка приводит к «захвату» не совсем верного уровня сигнала. В результате во время проигрывания оцифрованного сигнала может ощущаться некоторое дрожание и искажения. Появление джиттера является результатом не абсолютной стабильности аналогово-цифровых преобразователей. Для борьбы с этим явлением применяют высокостабильные тактовые генераторы. Ещё одной неприятностью является шум дробления. Как мы говорили, при квантовании амплитуды сигнала происходит её округление до ближайшего уровня. Такая погрешность вызывает ощущение «грязного» звучания.

На практике, процесс оцифровки (дискретизация и квантование сигнала) остается невидимым для пользователя — всю черновую работу делают разнообразные программы, которые дают соответствующие команды драйверу (управляющая подпрограмма операционной системы) звуковой карты. Любая программа (будь то встроенный в Windows Recorder или мощный звуковой редактор), способная осуществлять запись аналогового сигнала в компьютер, так или иначе оцифровывает сигнал с определенными параметрами, которые могут оказаться важными в последующей работе с записанным звуком, и именно по этой причине важно понять, как происходит процесс оцифровки и какие факторы влияют на её результаты.

#### Преобразование звука из цифрового вида в аналоговый

Для преобразования дискретизованного сигнала в аналоговый вид, пригодный для обработки аналоговыми устройствами (усилителями и фильтрами), и последующего воспроизведения через акустические системы, служит цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Процесс преобразования представляет собой обратный процесс дискретизации: имея информацию о величине отсчетов (амплитуды сигнала) и беря определенное количество отсчетов в единицу времени, путем интерполирования происходит восстановление исходного сигнала.



Рис. 7.4. Цифроаналоговый преобразователь

Ещё совсем недавно воспроизведение звука в домашних компьютерах было проблемой, так как компьютеры не оснащались специальными ЦАП. Сначала в качестве простейшего звукового устройства в компьютере использовался встроенный динамик (PC speaker). Вообще говоря, этот динамик до сих пор имеется почти во всех PC, но никто уже не помнит, как его «раскачать», чтобы он заиграл. Если вкратце, то этот динамик присоединен к порту на материнской плате, у которого есть два положения — 1 и 0. Таким образом, если этот порт быстро-быстро включать и выключать, то из динамика можно извлечь более-менее правдоподобные звуки. Воспроизведение различных частот достигается за счет того, что диффузор динамика обладает конечной реакцией и не способен мгновенно перескакивать с места на место, таким образом, он «плавно раскачивается» вследствие скачкообразного изменения напряжения на нем. И если колебать его с разной скоростью, то можно получить колебания воздуха на разных частотах. Естественной альтернативой динамику стал так называемый Соvох — это простейший ЦАП, выполненный на нескольких подобранных сопротивлениях (или готовой микросхеме), которые обеспечивают перевод цифрового представления сигнала в аналоговый — то есть в реальные значения амплитуды. Соvох прост в изготовлении и поэтому он пользовался успехом у любителей вплоть до того времени, когда звуковая карта стала доступной всем.

В современном компьютере звук воспроизводится и записывается с помощью звуковой карты, подключаемой либо встроенной в материнскую плату компьютера. Задача звуковой карты в компьютере – ввод и вывод аудио. Практически это означает, что звуковая карта является тем преобразователем, который переводит аналоговый звук в цифровой и обратно. Если описывать упрощенноупрощенно, то работа звуковой карты может быть пояснена следующим образом. Предположим, что на вход звуковой карты подан аналоговый сигнал и карта включена (программно) в режим Рис. Сначала входной аналоговый сигнал попадает в аналоговый микшер, который занимается смешением сигналов и регулировкой громкости и баланса. Микшер необходим, в частности, для предоставления возможности пользователю управлять уровнямиРис. Затем отрегулированный и сбалансированный сигнал попадает в аналогово-цифровой преобразователь, где сигнал дискретизуется и квантуется, в результате чего в компьютер по шине данных направляется бит-поток, который и представляет собой оцифрованный аудио сигнал. Вывод аудио информации почти аналогичен вводу, только происходит в обратную сторону. Поток данных, направленный в звуковую карту, преодолевает цифро-аналоговый преобразователь, который образует из чисел, описывающих амплитуду сигнала, электриче-
ский сигнал; полученный аналоговый сигнал может быть пропущен через любые аналоговые тракты для дальнейших преобразований, в том числе и для воспроизведения. Надо отметить, что если звуковая карта оборудована интерфейсом для обмена цифровыми данными, то при работе с цифровым аудио никакие аналоговые блоки карты не задействуются.

#### Преимущества и недостатки цифрового звука

С точки зрения обычного пользователя выгоды много - компактность современных носителей информации позволяет ему, например, перевести все диски и пластинки из своей коллекции в цифровое представление и сохранить на долгие годы на небольшом трехдюймовом винчестере или на десятке-другом компакт-дисков; можно воспользоваться специальным программным обеспечением и хорошенько «почистить» старые записи с бобин и пластинок, удалив из их звучания шумы и треск; можно также не просто скорректировать звучание, но и приукрасить его, добавить сочности, объемности, восстановить частоты. Помимо перечисленных манипуляций со звуком в домашних условиях, Интернет тоже приходит на помощь аудио-любителю. Например, сеть позволяет людям обмениваться музыкой, прослушивать сотни тысяч различных интернет-радио станций, а также демонстрировать свое звуковое творчество публике, и для этого нужен всего лишь компьютер и Интернет. И, наконец, в последнее время появилась огромная масса различной портативной цифровой аудио аппаратуры, возможности даже самого среднего представителя которой зачастую позволяют с легкостью взять с собой в дорогу коллекцию музыки, равную по длительности звучания десяткам часов.

С точки зрения профессионала, цифровой звук открывает поистине необъятные возможности. Если раньше звуковые и радио студии размещались на нескольких десятках квадратных метров, то теперь их может заменить хороший компьютер, который по возможностям превосходит десять таких студий вместе взятых, а по стоимости оказывается многократно дешевле одной. Это снимает многие финансовые барьеры и делает звукозапись более доступной и профессионалу, и простому любителю. Современное программное обеспечение позволяет делать со звуком все что угодно. Раньше различные эффекты звучания достигались с помощью хитроумных приспособлений, которые не всегда являли собой верх технической мысли или же были просто устройствами кустарного изготовления. Сегодня, самые сложные и просто невообразимые раньше эффекты достигаются путем нажатия пары кнопок. Конечно, вышесказанное несколько утрировано, и компьютер не заменяет человека — звукоо-ператора, режиссера или монтажера, однако с уверенностью можно сказать, что компактность, мобильность, колоссальная мощность и обеспечиваемое качество современной цифровой техники, предназначенной для обработки звука, уже сегодня почти полностью вытеснило из студий старую аналоговую аппаратуру.

Конечно, цифровая техника тоже имеет свои недостатки. Многие (профессионалы и любители) отмечают, что аналоговый звук казался живее. И это не просто дань прошлому. Как мы сказали было отмечено выше, процесс оцифровки вносит определенную погрешность в звучание, кроме того, различная усиливающая цифровая аппаратура привносит так называемые «транзисторные шумы» и другие специфические искажения. Термину «транзисторный шум», пожалуй, нет точного определения, но можно сказать, что это хаотичные колебания в области высоких частот. Несмотря на то, что слуховой аппарат человека способен воспринимать частоты до 20 кГц, похоже, все-таки, человеческий мозг улавливает и более высокие частоты. И именно на подсознательном уровне человек все же ощущает аналоговое звучание чище, чем цифровое.

Впрочем, у цифрового представления данных есть одно неоспоримое и очень важное преимущество – при сохранном носителе данные на нем не искажаются с течением времени. Если магнитная лента со временем размагничивается и качество записи теряется, если пластинка царапается и к звучанию прибавляются щелчки и треск, то компакт-диск / винчестер / электронная память либо читается (в случае сохранности), либо нет, а эффект старения отсутствует. Важно отметить, мы не говорим здесь об Audio CD (CD-DA – стандарт, устанавливающий параметры и формат записи на аудио компакт-диски), так как, несмотря на то, что это носитель цифровой информации, эффект старения его, все же, не минует. Это связано с особенностями хранения и считывания аудио данных с Audio CD. Информация на всех типах компакт-лисков хранится покадрово и каждый кадр имеет заголовок, по которому его возможно идентифицировать. Однако различные типы CD имеют различную структуру и используют различные метолы маркировки кадров. Поскольку компьютерные приводы CD-ROM рассчитаны на чтение в основном Data-CD (надо сказать, что существуют различные разновидности стандарта Data-CD, каждый из которых дополняет основной стандарт CD-DA), они часто не способны правильно «ориентироваться» на Audio CD, где способ маркировки кадров отличен от Data-CD (на аудио CD кадры не имеют специального заголовка и для определения смещения каждого кадра необходимо следить за информацией в кадре). Это означает, что если при чтении Data-CD привод легко «ориентируется» на диске и никогда не перепутает кадры, то при чтении с аудио компакт-диска привод не может ориентироваться четко, что при появлении, скажем, царапины или пыли может привести к чтению неправильного кадра и, как следствие, скачку или треску звучания. Эта же проблема (неспособность большинства приводов правильно позиционироваться на CD-DA) является причиной еще одного неприятного эффекта: копирование информации с Audio CD вызывает проблемы даже при работе с полностью сохранными дисками вследствие того, что правильное «ориентирование на диске» полностью зависит от считывающего привода и не может быть четко проконтролировано программным путем.

Повсеместное распространение и дальнейшее развитие уже упомянутых lossy-кодеров аудио (MP3, AAC и других) открыло широчайшие возможности для распространения и хранения аудио. Современные каналы связи уже давно позволяют пересылать большие массивы данных за сравнительно небольшое время, однако самой медленной остается передача данных между конечным пользователем и поставщиком услуг связи. Телефонные линии, по которым пользователи в большинстве своем связываются с Интернетом, не позволяют осуществлять быструю передачу данных. Нечего и говорить, что такие объемы данных, какие занимает несжатая аудио- и видео информация, передавать по привычным каналам связи придется очень долго. Однако появление lossy-кодеров, обеспечивающих десяти-пятнадцати кратное сжатие, превратило передачу и обмен аудио данными в повседневное занятие каждого пользователя Интернета и сняло все преграды, образованные слабыми каналами связи. Касательно этого нужно сказать, что развивающаяся сегодня семимильными шагами цифровая мобильная связь во многом обязана именно lossy-кодированию. Дело в том, что протоколы передачи аудио по каналам мобильной связи работают на приблизительно тех же принципах, что и известные всем музыкальные кодеры. Поэтому дальнейшее развитие в области кодирования аудио неизменно ведет к уменьшению стоимости передачи данных в мобильных системах, от чего конечный пользователь только выигрывает: дешевеет связь, появляются новые возможности, продлевается время работы батарей мобильных устройств и т. д. Не в меньшей степени lossv-колирование помогает экономить деньги на покупке дисков с любимыми песнями – сегодня стоит только зайти в Интернет и там можно найти почти любую интересующую песню. Безусловно, такое положение вещей давно «мозолит глаза» звукозаписывающим компаниям – у них под носом люди вместо покупки дисков обмениваются песнями прямо через Интернет, что превращает некогда золотое дно в малоприбыльный бизнес, но это уже вопрос этики и финансов. Одно можно сказать с уверенностью: с таким положением вещей уже ничего нельзя поделать, и бум обмена музыкой через Интернет, порожденный именно появлением lossy-кодеров, уже ничем не остановить. А это только на руку рядовому пользователю.

#### Способы хранения цифрового звука

Первое упоминание о компьютерном (цифровом) звуке связано с созданием различных примитивных видео-игр. Тогда звук воспроизводился с помощью системного динамика. Как не пытались разработчики программного обеспечения тех времен, добиться того уровня качества, которое было бы совместимо с кассетными и бобинными магнитофонами, не получилось. Именно это заставило многих разработчиков задуматься над вопросом, как изменить формат аудио, чтобы звук был более естественным и натуральным. Именно эта проблема и привела к сегодняшней конкуренции на рынке аудио-устройств. В результате используемые форматы сильно сказываются на качестве воспроизводимого материала и настройках основных параметров воспроизведения.

Формат WAV. Первое полноценное качество аудио-форматов связано именно с этим форматом. Обозначение расширения WAV было образовано от английского слова «wave», что в переводе на русский значит «волна». Именно этот формат и стал первым аудио-форматом, обрабатываемым при помощи с помощью компьютерных программ на высокопрофессиональном уровне. У файлов с расширением WAV имелись следующие характеристики:

- глубина звука;
- частота дискретизации;
- битрейт и т. д.

Данный формат был совместим даже с тем звуком, который можно было получить после обработки аудиоCD с помощью эквалайзера и других инструментов. Однако размер файла в этом случае был совершенно не оправдан. Например, самый обычный трек продолжительностью в 3 мин мог занимать до 50 Мбайт.

**СD**-диски. АудиоCD, или, если говорить точнее, расширение .cda, появились примерно в то же время, что и формат wav. Но в отличие от файлов с расширением wav, .cda не поддается редактированию. При этом его можно открыть в любой программе по обработке аудио, перекодировать и изменить формат и сохранить на жестком диске. Сохранить изменения на CD само собой не получится.

**AIFF-файлы.** Существует еще одна разновидность аудиофайлов. Это так называемый формат .aiff. Изначально данный формат создавался для использования на компьютерах Macintosh. Немного позже случилась трансформация, в результате которой удалось добиться совместимости различных форматов аудио и возможности их использования на различных платформах и операционных системах.

**OGG-формат.** Данный аудиоформат также встречается довольно часто. Он был разработан специалистами компании Vorbis. Отметим, что данный формат имеет ряд недостатков. Прежде всего, несмотря на небольшой размер файлов, использование данного формата приводит к высокой нагрузке на системные ресурсы компьютера.

Также для работы с данным аудиоформатом необходимо использовать собственные декодеры и кодеки, которые могут не устанавливаться в автоматическом режиме. Так, например, тем, кто работал с программой FL Studio Producer Edition, для работы с данным форматом нужно было вручную активировать установочный файл в формате .inf. Иначе файлы формата OGG данным приложением просто не воспроизводились. Несмотря на все эти недостатки, аудиофайлы формата OGG сегодня встречаются довольно часто, да и звучание у них неплохое.

**AMR.** Данный формат аудиофайлов смело можно отнести к низкопробным аудиоформатам. Данный формат возник в эпоху примитивных мобильных телефонов, которые не могли устанавливать в качестве мелодии звонка файлы в формате .mp3. AMR был разработан с целью замены натурального звучания, однако при этом использование данного формата приводило к существенной потере качества. Качество аудиофайлов, сохраненных в данном формате, нельзя даже сравнить с современными «продвинутыми» аудиоформатами.

Формат MIDI. Возможно, кому-то это покажется странным, но формат MIDI также относится к аудиоформатам. Сегодня принято считать, что MIDI-система представляет собой простой набор команд. Однако это довольно спорное утверждение. Аббревиатура MIDI расшифровывается как Musical Instrument Digital Interface.

Эта система предназначена для редактирования и записи аудиофайлов путем нажатия клавиш, изменения темпа, тональности, высоты и добавления различных эффектов. Файлы с расширениями .midi или .mid легко воспроизводятся на современных программах аудиозаписи и секвенсорах. При этом используется стандартный набор звуков в форматах GS, GM или XG. Первые два формата разработаны компанией Roland, последний — корпорацией Yamaha. В форматах GS и GM присутствует набор 128 стандартных звуков, в формате XG их почти в 3 раза больше.

**FLAC** – один из самых уникальных аудиоформатов на сегодняшний день. Музыкальные композиции в формате FLAC сегодня получили широкое распространение. В первую очередь это связано с качеством звучания, именно на это обращают внимание настоящие меломаны. Если разобраться в истории создания данного формата, то можно обнаружить, что создан он был на основе MP3. Ранее было использовано разделение аудиокомпозиций на отдельные треки. В формате FLAC такого нет. В структуре аудиофайла в формате FLAC имеется один или два файла. Один из них информационный. Для воспроизведения данного формата нужно использовать специальные аудиоплееры. Одним из таких плееров является программа AIMP. При запуске основного файла в окошке плеера появляется целый список музыкальных дорожек, которые содержатся в контейнере. Переключение между композициями в данном плеере осуществляется по тому же принципу, что и в любом другом проигрывателе. Преимуществом данного формата является исключение возможности случайного удаления треков (как уже было сказано ранее, все дорожки содержатся в одном файле).

Совместимость различных аудиоформатов. Сегодня многие аудиоформаты совместимы друг с другом. Современные DVD-плееры и программные проигрыватели без труда справляютсяся с воспроизведением любого из них. Это же относится и к профессиональным редакторам звука. Программы для обработки сегодня распознают практически все известные на настоящий момент аудиоформаты, даже несмотря на некоторые специфические характеристики операционных систем. Секвенсоры, аудиоредакторы и дополнительные модули способны работать с различными форматами аудио в кроссплатформенном режиме.

**Преобразование аудиоформатов.** Существует несколько способов изменения аудиофайлов. Например, можно открыть файл в его «родном» формате, а сохранить в другом. Можно сделать еще проще. Для преобразования аудиоформатов используются специальные программы — конверторы. Чтобы преобразовать аудиофайл, его достаточно загрузить в данную программу в начальном формате, потом выбрать конечный и конвертировать. Вот так, легко и просто!

Обработка звука. Иначе дело обстоит со специальными программами для обработки. При необходимости изменить частотные характеристики исходных файлов без профессиональных программных пакетов невозможно. С помощью таких приложений можно изменять качество аудиофайлов. Причем менять можно не только стандартную частоту дискретизации. Такие программные приложения позволяют изменять настройку глубины с 16 до 24 или даже 32 бит.

Также можно настроить пропускную воспроизводимую способность, или, проще говоря, битрейт. Стандартно используется значение битрейта в 128 кбит/с, однако лучшего качества звука удается достичь на отметке в 320 кбит/с. Не все способны уловить разницу между звуком со стандартными параметрами и звуком, характеристики в котором выставлены по максимуму.

Но лучше все-таки одни раз попробовать воспроизвести один и тот же трек с разными характеристиками на хорошей аудиоаппаратуре. Программы для обработки аудио позволяют не только редактировать вышеперечисленные параметры. В мощных программных пакетах для обработки звука, как правило, присутствует множество модулей. Это могут быть и лимитеры, и программные эквалайзеры, и кроссоверы, и компрессоры, и нормалайзеры и много всего другого. Использование каждого модуля позволяет настроить звучание композиции на свой вкус. С помощью таких программ можно обрабатывать аудиофайлы любого формата.

Для хранения цифрового звука существует много различных способов. Оцифрованный звук представляет собой набор значений амплитуды сигнала, взятых через определенные промежутки времени. Таким образом, во-первых, блок оцифрованной аудиоинформации можно записать в файл как есть, т. е. последовательностью чисел (значений амплитуды). В этом случае существуют два способа хранения информации.



Рис. 7.5. Импульсно-кодовая модуляция

*PCM (Pulse Code Modulation – импульсно-кодовая модуляция) –* способ цифрового кодирования сигнала с помощью записи абсолютных

-332-

значений амплитуд (бывают знаковое или беззнаковое представления). Именно в таком виде записаны данные на всех аудиоCD.

*ADPCM (Adaptive Delta PCM – адаптивная относительная импульсно-кодовая модуляция) –* запись значений сигнала не в абсолютных, а в относительных изменениях амплитуд (приращениях).



Рис.7.6. Адаптивная относительная импульсно-кодовая модуляция

Во-вторых, можно сжать или упростить данные так, чтобы они занимали меньший объем памяти, нежели будучи записанными как есть. Тут тоже имеются два пути.

1. Кодирование данных без потерь (lossless coding) — это способ кодирования аудио, который позволяет осуществлять стопроцентное восстановление данных из сжатого потока. К такому способу уплотнения данных прибегают в тех случаях, когда сохранение оригинального качества данных критично. Например, после сведения звука в студии звукозаписи данные необходимо сохранить в архиве в оригинальном качестве для возможного последующего использования. Существующие сегодня алгоритмы кодирования без потерь (например, Monkeys Audio) позволяют сократить занимаемый данными объем на 20...50 %, но при этом обеспечить стопроцентное восстановление оригинальных данных из полученных после сжатия. Подобные кодеры — это своего рода архиваторы данных (как ZIP, RAR и др.), только предназначенные для сжатия именно аудио.

2. Кодирование данных с потерями (lossy coding). Цель такого кодирования — любыми способами добиться схожести звучания восстановленного сигнала с оригиналом при как можно меньшем объеме упакованных данных. Это достигается путем использования

различных алгоритмов, «упрощающих» оригинальный сигнал (выкилывая из него «ненужные» слабослышимые детали), что приволит к тому, что декодированный сигнал фактически перестает быть идентичным оригиналу, а лишь похоже звучит. Методов сжатия, а также программ, реализующих эти метолы, существует много. Наиболее известными являются MPEG-1 Layer I,II,III (последним является всем известный MP3), MPEG-2 AAC (advanced audio coding), Ogg Vorbis, Windows Media Audio (WMA), TwinVQ (VQF), MPEGPlus, TAC, и пр. В среднем коэффициент сжатия, обеспечиваемый такими кодерами, находится в пределах 10–14 (раз). Надо особо подчеркнуть, что в основе всех lossy-кодеров лежит использование так называемой психоакустической модели, которая занимается «упрощением» оригинального сигнала. Говоря точнее, механизм подобных кодеров выполняет анализ колируемого сигнала, в процессе которого определяются участки сигнала, в определенных частотных областях которых имеются неслышные человеческому уху нюансы (замаскированные или неслышимые частоты), после чего происходит их удаление из оригинального сигнала. Таким образом, степень сжатия оригинального сигнала зависит от степени его «упрощения»; сильное сжатие достигается путем «агрессивного упрощения» (когда кодер «считает» ненужными множественные нюансы), такое сжатие, естественно, приводит к сильной деградации качества, поскольку удалению могут подлежать не только незаметные, но и значимые детали звучания.

Современных lossy-кодеров существует достаточно много. Наиболее распространенный формат — MPEG-1 Layer III (всем известный MP3). Формат завоевал свою популярность совершенно заслуженно — это был первый распространенный кодек подобного рода, который достиг столь высокого уровня компрессии при отличном качестве звучания. Сегодня этому кодеку имеется множество альтернатив, выбор остается за пользователем. Итак, преимущества MP3 — широкая распространенность и достаточно высокое качество кодирования, которое объективно улучшается благодаря разработкам различных кодеров MP3 энтузиастами (например, кодер Lame). Мощная альтернатива MP3 — кодек Microsoft Windows Media Audio (файлы .WMA и .ASF). По различным тестам этот кодек показывает себя от «как MP3» до «заметно хуже MP3» на средних битрейтах и чаще – «лучше MP3» на низких битрейтах. Ogg Vorbis (файлы .OGG) – совершенно свободный от лицензирования кодек, создаваемый независимыми разработчиками. Чаще всего ведет себя лучше MP3, недостатком является лишь малая распространенность, что может стать критическим аргументом при выборе кодека для длительного хранения аудио. Вспомним и еще молодой кодек MP3 Pro, анонсированный в июле 2001 года компанией Coding Technologies совместно с Thomson Multimedia. Кодек является продолжением или, точнее, развитием старого MP3. За счет использования новой технологии SBR (Spectral Band Replication) кодек ведет себя заметно лучше других форматов на низких битрейтах, однако качество кодирования на средних и высоких битрейтах чаще уступает качеству почти всех описанных кодеков. Таким образом, MP3 Pro пригоден больше для ведения аудиотрансляций в Internet, а также для создания превью песен и музыки.

# Практическая работа 1 Анаглиф 3D

**Цель работы:** формирование навыков получения стереоэффекта для стереопары обычных изображений и видео с помощью цветового кодирования.

#### Задание 1

1. Изучите теоретические сведения.

Сейчас 3D-технологии прочно обосновались в мире компьютерной индустрии. Трехмерное моделирование стало неотъемлемой частью инженерного проектирования всевозможных технических устройств, архитектурно-ландшафтного дизайна и, конечно же, сферы развлечений. Прошло всего 4—5 лет с того момента, как на рынке появились 3D-телевизоры домашнего пользования, укомплектованные специальными очками для создания стереоскопического эффекта. Активно работают кинотеатры, где зрителям выдают вместе с билетом анаглифические очки.

Анаглиф — метод получения стереоэффекта (3D) для стереопары обычных изображений с помощью цветового кодирования изображений, предназначенных для левого и правого глаза. Для получения эффекта необходимо использовать специальные очки, в которых вместо ди-

оптрийных стекол вставлены специальные светофильтры, как правило, для левого глаза — красный, для правого — голубой или синий. Стереоизображение представляет собой комбинацию изображений стереопары, в которой в красном канале изображена картина для левого глаза, а в синем — для правого. Красно-синие анаглифические очки позволяют «обмануть» мозг и создать иллюзию трехмерности изображения за счет цветового кодирования.

Анаглифические очки довольно часто идут приложением к различным товарам, например, при приобретении 3D-телевизора или продаются отдельно.

Анаглифические очки можно изготовить самостоятельно, для этого нужно будет любым доступным способом окрасить две линзы в цвета СМҮ. Сине-зеленый — для правой линзы, красный (смесь желтого и пурпурного цвета) — для левой, изготовить простейшую картонную оправу и встроить линзы в картонную оправу.

Оправу можно изготовить из двух слоев картона (ватмана), склеив их вместе и вставив внутрь два кусочка пленки. Схема и размеры изготовления устройства для просмотра представлены на фото ниже.



Вариант шаблона для изготовления анаглифических очков

Готовая цветная пленка очень часто имеется в продаже. Если не нашлась такая пленка, то можно создать цветные светофильтры самостоятельно.

Для изготовления светофильтров лучше всего подходит плотная прозрачная пленка для печати на струйном принтере — она имеет

желатиновый слой, который способен впитывать чернила. Хотя подойдет любая плотная пленка. Острыми небольшими ножницами нужно вырезать из пленки два аккуратных квадрата, затем окрасить светофильтры в красный и синий цвета. Можно использовать для этого спиртовой маркер или емкость с краской для заправки струйных принтеров. Одна пленка равномерно закрашивается в красный цвет, вторая — в синий.

#### Программа Free Studio

Программа Free Studio (разработчик DVDVideoSoft, официальный сайт http://www.dvdvideosoft.com/, пакет программ бесплатен для использования).

Free Studio — это единый пакет, включающий все бесплатные мультимедийные приложения, разработанные DVDVideoSoft. Free Studio Manager состоит из восьми разделов, позволяющих быстро найти любое из приложений: YouTube программы; MP3 и Аудио; CD, DVD и BD; DVD и Видео; Фотки; Мобилки; Устройства Apple; 3D-программы.

С помощью этого бесплатного программного обеспечения можно:

 конвертировать видео- и аудиофайлы в различные форматы, в том числе и для различных мобильных устройств;

- записывать и копировать DVD- и CD-диски;
- редактировать аудио- и видеофайлы;
- записывать видео с экрана (скринкаст) и делать скриншоты;

- создавать 3D-видео и изображения (анаглиф).

Для создания (генерации) трехмерных изображений и трехмерных видеороликов достаточно только указать программе на исходное изображение и папку для сохранения результата. Дать команду на генерацию анаглифа и готовый материал будет получен и сохранен на вашем компьютере.

**ВНИМАНИЕ!** Для генерации видео необходимо использовать видеоролик в формате AVI.

#### Программа Anaglyph Maker

Anaglyph Maker — бесплатная программа для изготовления 3D-стереофотографий в формате анаглиф или стереопара (официальный сайт разработчика http://www.stereoeye.jp/software/index\_e.html). 3D-фото можно сохранить в различных вариациях формата анаглиф: красно-бирюзовый (цветной, черно-белый), красно-синий, красно-зеленый.

Программа проста в использовании и имеет интуитивно понятный интерфейс. Программа имеет средство выравнивания ракурсов относительно друг друга и возможность настройки параллакса будущей 3D-стереофотографии. С помощью приложения Anaglyph Maker процесс создания 3D-стереофотографий становится намного проще. Программу не требуется устанавливать: достаточно загрузить с сайта автора архив с программой и распаковать в удобную для вас папку на вашем компьютере. Работа с программой интуитивно понятна.

В этом разделе мастерской для создания 3D-фотографий воспользуемся сделанными нами двумя фотоизображениями. Для этого можно воспользоваться обычным фотоаппаратом или мобильным устройством с камерой.

**2.** Из вашей фотографии с помощью программы Free Studio сделайте анаглифическое изображение, а также создайте небольшой видеоролик (не более 1 мин) и с помощью программы Free Studio преобразуйте его в анаглифическое видео.

#### Порядок создания анаглифа

- 1. Запустите программу Free Studio.
- 2. Выберите программу для генерации 3D.



3. Выберите вариант анаглифа, который собираетесь выполнить: изображение или видео.



4. Откройте исходное изображение (Открыть левое изображение), укажите место на компьютере для записи англифического изображения и нажмите на кнопку «Создать 3D!». Анаглиф создан.

Free 3D Photo Maker v. 2.0.27	/ build 304				
		J.		Ставим галочку, если анаглиф собираемся сделать из одной фотографии	
Открыть левое изображение	Открыть правое	изображение	Поменять местами	💟 Одно изображение	
Выходной файл:	Указываем	место на к	омпьютере для сс	хранения	
C:\tmp\3DImage(10)(5).jpg	сгенерированного изображения Обзор				
Алгоритм					
Оптимизированный анаглиф	•	Показать из	ображение после заверше	зния конвертации	
				Параметры Создать 3D!	

5. Откройте исходное видео (Открыть левое видео), укажите место на компьютере для записи англифического видео и нажмите на кнопку «Создать 3D!». Анаглиф создан.

Free 3D Video Maker v. 1.1.13 build 304 beta	
	Ставим галочку, если анаглиф создаем из одного видео
левое	
правое странование с с с с с с с с с с с с с с с с с с с	
Открыть левое видео Открыть правое видео Поменять местами 🖉 Иот	ользовать одно видео
Алгорити Векодной файл Красно-голубой анаглиф  С.\Users\boss\Videos\3DVideo.avi готовый ан	аглиф Обзор
Опым Востро	извести Создять 3D!

Созданные анаглифические объекты можно внедрять на страницы презентаций, демонстрировать отдельно.

Задание 2. Используя программу Anaglyph Maker, создать 3D-стереофотографию.

1. Создайте две фотографии, придерживаясь следующих инструкций по фотографированию:

- объект для съемки необходимо выбирать правильно, он должен состоять из множества объектов разной величины и удаленности друг от друга, иначе эффект объема у стереофотографии (3D-фото) будет невысоким;
- расположите фотоаппарат строго горизонтально и жестко зафиксируйте его в руках. Сделайте первый снимок – для левого глаза;
- продолжая так же жестко удерживать фотоаппарат, переместитесь вправо на 10...15 см и сделайте второй снимок – для правого глаза.
   Это для объектов, которые расположены от вас на расстоянии
- до 10 м. Если объект находится на расстоянии 10...50 м, сместиться

следует на 20...30 см, а при съемке пейзажа, такого как горы, нужно сделать широкий шаг вправо с фотоаппаратом.



2. Запустите программу Anaglyph Maker.

3. В окошки для левого и правого изображений добавьте созданные вами фото.

4. Выберите Anagliph Red-Blue для создания красно-синего анаглифа.



5. Настройте яркость, контрастность изображений. После создания 3D-изображения можно подкорректировать параметры стереоэффекта.

6. Щелкните по кнопке Make 3D-Ітаде для создания анаглифического изображения.

7. Сохраните полученное изображение, щелкнув по кнопке Save 3D-Image.



**ВНИМАНИЕ.** Ощущение точной величины перемещения приходит с опытом, попробуйте сделать несколько стереопар с разным смещением, потом при сведении выберите лучший вариант стереоизображения.

# Практическая работа 2 Создание сканограммы

**Цель работы:** формирование навыков получения изображения путем сканирования.

Задание 1. Продумать и разработать сценарий будущей скано-граммы.

1. Изучите теоретические сведения.

Сканография – сканированные и в последующем обработанные фоторедакторами на компьютере изображения, занимающие про-

межуточное место между фотографией и иллюстрацией. Основная идея заключается в том, что предметы размещаются прямо на стеклянной панели сканера и сканируются точно так же, как и обычные документы или рисунки. Изображение, полученное путем сканирования, называется **сканограммой**.

Как показывает практика, сканировать можно практически все что угодно. Конечный же результат можно посмотреть только после процесса сканирования. При этом для черного



варианта можно установить на сканере минимальное разрешение, чтобы сначала оценить композицию. Для получения одного качественного кадра профессионалы иногда делают до нескольких десятков прогонов. Уделяется внимание всем деталям — расстановке элементов, миллиметровым подвижкам между предметами во время сканирования и фону. Моделями для сканирования могут быть оловянные солдатики, овощи, фрукты, старинные открытки, ключи, туфли, старинные часы, различные антикварные вещи или предметы домашнего обихода. С помощью, казалось бы, вполне обычных предметов, размещаемых на поверхности сканера, можно создавать потрясающие композиции и натюрморты. Предметы можно раскладывать как в хаотичном порядке, так и в соответствии с определенным творческим замыслом.

Сканография только на первый взгляд кажется простым делом, занятием для развлечения. Прежде всего, технические возможности различных сканеров могут сильно различаться, поэтому для получения действительно качественных и уникальных изображений придется, возможно, перебрать несколько моделей. В этой связи другой особенностью сканографии является то, что в этом виде современного искусства еще не существует каких-либо универсальных рекомендаций. Каждый человек здесь может проводить самые смелые и неординарные эксперименты, исходя из возможностей используемого оборудования, и при этом они не будут считаться отступлением от каких-либо правил.

2. Создайте сканограмму:

- откройте крышку сканера;
- осторожно выложите один или несколько предметов на стекло;
- включите режим предпросмотра, оцените композицию, выставьте разрешение 300dpi(A4) или 600dpi(A3);
- выполните сканирование;
- при необходимости изображение обработайте в графическом редакторе и сохраните.

### ИНСТРУКЦИИ

- Перед сканированием объекта необходимо очистить поверхность стекла. Так как оцифровка мелких предметов требует задания высоких значений разрешения, то даже мельчайшее загрязнение будет захвачено сканером, что внесет дополнительные помехи в результирующий образ.
- 2. Крышку нужно оставлять открытой, чтобы не сдавливать объекты съемки. Для защиты от постороннего света съемку производить в темной комнате. Можно накрыть аппарат черной накидкой, как делали фотографы лет сто назад. Если выполнить это условие невозможно, то по крайней мере следует исключить воздействие на объект направленных источников света.
- Большинство сканеров смотрят под углом на плоскость изображения, поэтому эту особенность следует учитывать при создании композиции.
- 4. Проблемы особого свойства возникают при обработке блестящих предметов, например монет или ювелирных объектов. В этом случае приходится учитывать расположение предмета и направление движения источника света, поскольку от этого зависит распределение бликов и теней на оцифрованном изображении. Сканирование предметов из металла часто приводит к появлению на изображении радужного узора. Очень трудно предложить такие подготовительные мероприятия, которые на стадии сканирования гарантированно предотвращали бы возникновение этого дефекта.

- 5. Результаты сканирования реальных объектов почти всегда нуждаются в дополнительной обработке средствами растрового редактора. Объем этой обработки зависит от типа обрабатываемого объекта, но почти всегда приходится выполнять очистку фона и настройку тонового и цветового балансов.
- 6. Сканер как микроскоп. С помощью сканера можно проводить макросъемку, так как рабочая поверхность сканера приравнивается к фотоаппарату с матрицей 210×297 мм и с возможностью фокусировки от 0 мм.

#### Контрольные вопросы

- 1. Роль и место технологий мультимедиа в современных информационных технологиях. Классификация мультимедиатехнологий.
- Области применения и значение мультимедиаприложений для решения социально-экономических задач. Использование мультимедиа в бизнесе и электронной коммерции, презентации, обучении, самообразовании, рекламе, средствах массовой информации.
- 3. Современные тенденции использования мультимедиатехнологий в создании интегрированных информационных систем.
- 4. Разработка концепции мультимедиапроекта. Планирование проекта мультимедиа. Требования к мультимедиапроекту. Разработка и создание проекта.
- 5. Разработка структуры мультимедиапроекта.
- 6. Методы создания сценариев для статических и динамических мультимедиаприложений.
- 7. Понятие об аппаратных платформах мультимедиа.
- 8. Виды инструментальных средств мультимедиа.
- 9. Обзор программных средств мультимедиа.
- 10. Типы инструментальных систем создания мультимедиа.
- 11. Типы графических объектов изображения.
- 12. Принципы и методы создания неподвижных изображений.
- 13. Особенности векторной и растровой графики.
- 14. Способы создания графических файлов и их форматы.
- 15. Сжатие файлов изображения.

- 16. Принципы и методы создания звуковых файлов. Достоинства и недостатки цифрового и представления звука в виде MIDI-файла.
- 17. Способы создания звуковых файлов и их расширения.
- 18. Обработка звуковых файлов в среде Windows.
- 19. Краткая информация о цифровом видео.
- 20. Способы создания видеофайлов и их форматы.
- 21. Методы сжатия видеоинформации.
- 22. Обзор программ для работы с видеофайлами.
- 23. Использование видеоэлементов при разработке мультимедиаприложения.
- 24. Использование звуковых элементов при разработке мультимедиаприложения.

### Тест

- **1.** Что делает аналого-цифровой преобразователь? а) демонстрирует видео на экране;
- б) преобразует цифровую информацию в аналоговую;
- в) преобразует аналоговую информацию в цифровую;
- г) сохраняет аналоговую информацию в компьютере;
- д) сохраняет цифровую информацию в компьютере.

2. Что делает мультимедиапроектор?

а) сохраняет цифровую информацию в компьютере;

- б) преобразует аналоговую информацию в цифровую;
- в) демонстрирует видео на экране;
- г) сохраняет аналоговую информацию в компьютере;
- д) преобразует цифровую информацию в аналоговую.
  - 3. Аналоговое представление звука это
- а) звуковая дорожка грампластинки;
- б) звук в памяти телефона;
- в) звук с аудиокассеты;
- г) звук в формате mp3.

4. Звук на тр3-диске – это

- а) аналого-цифровой преобразователь;
- б) аналоговое представление звука;

- в) мультимедиапроектор;
- г) цифроаналоговый преобразователь;
- д) цифровое представление звука.

5. Цифровое представление звука – это

- а) звук в формате mp3;
- б) звук в памяти телефона;
- в) звук с аудиокассеты;
- г) звуковая дорожка грампластинки.

6. Устройство для вывода звуковой информации из компьютера

— это

- а) цифроаналоговый преобразователь;
- б) CD-disc;
- в) DVD-disc;
- г) мультимедиапроектор;
- д) стереонаушники;
- е) микрофон;
- ж) колонки;
- з) аналого-цифровой преобразователь.

7. Что делает цифроаналоговый преобразователь?

- а) сохраняет аналоговую информацию в компьютере;
- б) преобразует цифровую информацию в аналоговую;
- в) преобразует аналоговую информацию в цифровую;
- г) сохраняет цифровую информацию в компьютере;
- д) демонстрирует видео на экране.

8. Какое устройство преобразует цифровой звук в аналоговый?

a) CD-disc;

б) цифроаналоговый преобразователь (ЦАП);

в) DVD-disc;

г) стереонаушники;

- д) мультимедиапроектор;
- е) колонки;

ж) микрофон;

з) аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

- 9. Звуковая дорожка грампластинки это
- а) аналого-цифровой преобразователь;
- б) цифроаналоговый преобразователь;
- в) цифровое представление звука;
- г) аналоговое представление звука;
- д) мультимедиапроектор.

10. Устройство для ввода звуковой информации в компьютер

— это

- а) мультимедиапроектор;
- б) цифроаналоговый преобразователь;
- в) колонки;
- г) DVD-disc;
- д) стереонаушники;
- е) аналого-цифровой преобразователь;
- ж) микрофон;
- 3) CD-disc.

11. Устройства хранения мультимедийной информации – это

- а) стереонаушники;
- б) аналого-цифровой преобразователь;
- в) микрофон;
- г) CD-disc;
- д) колонки;
- e) DVD-disc;
- ж) цифроаналоговый преобразователь;
- з) мультимедиапроектор.

12. Устройство для демонстрации видео на экране – это

- а) мультимедиапроектор;
- б) микрофон;
- в) колонки;
- г) аналого-цифровой преобразователь;
- д) DVD-disc;
- e) CD-disc;
- ж) стереонаушники;
- з) цифроаналоговый преобразователь.

- 13. Звук с аудиокассеты это
- а) цифроаналоговый преобразователь;
- б) мультимедиапроектор;
- в) аналоговое представление звука;
- г) цифровое представление звука;
- д) аналого-цифровой преобразователь.
  - **14.** Звук в формате MP3 это
- а) аналого-цифровой преобразователь;
- б) аналоговое представление звука;
- в) мультимедиапроектор;
- г) цифровое представление звука;
- д) цифроаналоговый преобразователь.

15. Устройства хранения мультимедийной информации одно-кратной записи — это

- a) VD-R-disc;
- б) CD-R-disc;
- в) CD-RW-disc;
- г) DVD-RW-disc;
- д) CD-disc;
- e) DVD-disc.

16. Какое устройство преобразует аналоговый звук в цифровой?

- a) DVD-disc;
- б) микрофон;
- в) цифроаналоговый преобразователь (ЦАП);
- г) аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- д) CD-disc;
- е) мультимедиапроектор;
- ж) колонки;
- з) стереонаушники.

**17.** Устройства хранения мультимедийной информации, которую можно многократно использовать, — это

- a) CD-R-disc;
- б) CD-RW-disc;
- в) CD-disc;
- г) DVD-RW-disc;

д) DVD-R-disc;

e) DVD-disc.

18. Звук в памяти телефона – это

а) мультимедиапроектор;

б) аналого-цифровой преобразователь;

в) аналоговое представление звука;

г) цифроаналоговый преобразователь;

д) цифровое представление звука.

19. На какое устройство хранения мультимедийной информации входит больше информации?

a) CD-RW-disc;

б) DVD-R-disc;

- в) DVD-disc;
- г) CD-Rdisc;
- д) DVD-RW-disc;
- e) CD-disc.

20. Что делает цифроаналоговый преобразователь?

а) сохраняет аналоговую информацию в компьютере;

б) преобразует аналоговую информацию в цифровую;

в) демонстрирует видео на экране;

- г) сохраняет цифровую информацию в компьютере;
- д) преобразует цифровую информацию в аналоговую.

21. Какие технологии относятся к мультимедиа?

- а) технология развития физических способностей человека с использованием компьютерного тестирования и управления;
- б) технология изготовления компьютеров и программного обеспечения к ним;
- в) информационные компьютерные технологии с одновременным использованием нескольких видов информации.

**22.** Устройства для вывода графической информации из компьютера – это

- а) сканер;
- б) цифровой фотоаппарат;
- в) принтер;

- г) монитор;
- д) цифровой телевизор.
  - 23. Укажите ТВ-стандарт:
- a) SECAM;
- б) MPEG;
- в) WAV;
- г) FM.

#### **24.** Что такое MIDI?

- а) цифровой интерфейс музыкальных инструментов;
- б) цифровой сигнальный процессор;
- в) расширенный сигнальный процессор;
- г) цифровой сигнальный интерфейс музыкальных инструментов.

#### 25. В чем преимущество GIF-анимации?

- а) позволяет хранить в одном файле несколько различных изображений;
- б) позволяет хранить в одном файле изображения и музыку;
- в) в использовании индексированных цветов;
- г) занимает маленький объем памяти.
  - 26. Укажите программу для работы с видео:
- a) Adobe Premiere Pro;
- б) Fine Reader;
- в) Fox Pro;
- $\Gamma$ ) Sound Forge.

27. MIDI-общение представляет собой:

- а) поток данных в реальном времени;
- б) сообщения или события, каждое из которых является командой для музыкального инструмента;
- в) данные, которые передаются от одного музыкального инструмента к другому через ПК;
- г) протокол связи между инструментами и компьютерными системами.

28. Технология мультимедиа обеспечивает работу:

- а) в пакетном режиме;
- б) в сетевом режиме;

- в) в режиме реального времени;
- г) в режиме разделения времени;
- д) в интерактивном режиме.

29. Мультимедиа – это

- а) программы для прослушивания музыки;
- б) программы для работы с графическими изображениями;
- в) программы для просмотра учебных видеофильмов, интерактивные системы, направленные на объединение текста, звука, изображения и анамации;
- г) системы, обеспечивающие работу с текстом и статическими изображениями.

**30.** Интерактивная технология, позволяющая одновременно проводить операции с неподвижными изображениями, видеофильмами, графическими образами, речевым и звуковым сопровождением, называется:

- а) визуализацией;
- б) анимированием;
- в) мультимедиа;
- г) гипертекстом;
- д) рисованием.

**31.** Какие из перечисленных устройств входят в состав мультимедийного компьютера, если (А) модем; (В) сканер; (С) CD (DVD) дисковод; (D) сетевая карта; (Е) звуковая карта?

- a) (E);
- б)(A), (C);
- в) (A), (B), (E);
- г) (C), (E);
- д) (A), (C), (E).

32. К средствам мультимедиа относятся устройства:

- а) математический сопроцессор;
- б) устройство речевого ввода-вывода информации;
- в) контроллер прямого доступа к памяти;
- г) видео и звуковые платы;
- д) акустические колонки;
- е) устройства на оптических дисках.

-352-

- 33. Технология мультимедиа это
- а) интерактивная технология, обеспечивающая работу с неподвижными изображениями, видеоизображениями, текстом и звуковым рядом;
- б) технология, реализация на стратегическом уровне управления;
- в) технология, реализация на оперативном уровне управления.

### 34. Установите соответствие:

- 1. NTSC А) национальный комитет по телевизионным стан-
- 2. PAL дартам
- 3. SECAM Б) система последовательности цветов с памятью
  - В) чередование строк с переменной фазой
- а) 1-А, 2-Б, 3-В;
- б)2-А, 1-Б, 3-В;
- в) 3-А, 2-Б, 1-В;
- г) 1-А, 2-В, 3-Б.

### Вопросы итогового контроля по дисциплине

- Понятие «компьютерная графика». Основные направления при обработке графической информации. Преимущества и недостатки использования компьютерной графики в различных профессиональных сферах.
- Область применения компьютерной графики. Деловая графика и области ее интересов. Конструкторская графика и области ее интересов. Иллюстративная графика и области ее интересов. Художественная графика и области ее интересов.
- 3. Векторные дисплеи, принцип их работы. Растровые устройства и принцип их работы. Виды мониторов, их достоинства и недостатки.
- 4. Основные виды устройств вывода, их достоинства и недостатки. Общее назначение устройств вывода.
- 5. Роль цвета в изображении. Субъективность восприятия цвета. Цветовое пространство.
- 6. Основа растрового представления графики. Понятие технического растра. Назначение растрового представления данных.
- Основные способы классификации растровых изображений. Форматы графических файлов, их краткая характеристика. Достоинства и недостатки растровой графики.
- Понятие мультимедиатехнологии. Классификация и область применения мультимедиаприложений. Аппаратные средства мультимедиатехнологии.
- 9. Гипертекст. Звуковые файлы. Трехмерная графика. Анимация. Видео. Программные средства для создания и редактирования элементов мультимедиа.
- 10. Инструментальные среды разработчика мультимедиапродуктов. Этапы и технология создания мультимедиапродуктов.
- 11. Отличие векторной графики от растровой. Основные форматы растровых изображений, их отличия. Слои и их возможности в растровом редакторе.
- 12. Выделение и трансформация областей в редакторе растровой графики Adobe PhotoShop. Рисование в растровом редакторе.
- 13. Работа с текстом в редакторе растровой графики Adobe PhotoShop. Фильтры и другие эффекты Adobe PhotoShop. Работа с цветом и цветовыми режимами в Adobe PhotoShop.

- 14. Основные качества редактора векторной графики CorelDraw. Рисование простейших фигур в векторном редакторе. Векторные эффекты в CorelDraw.
- 15. Атрибуты текста редактора векторной графики CorelDraw. Кривые Безье. Заливка и обводка объектов в векторном редакторе.
- 16. Работа с растровыми объектами в редакторе векторной графики CorelDraw.
- 17. Трехмерная графика. Виды изображений трехмерной графики. Основные этапы создания трехмерного изображения.
- 18. Недостатки трехмерной графики. Технология создания изображений в 3D-графике. Преимущества трехмерных изображений.
- 19. Трехмерная сцена. Процесс создания трехмерных объектов. Визуализация трехмерной сцены. Принципы создания трехмерного изображения.
- 20. Виды программных средств обработки трехмерной графики. Достоинства и недостатки наиболее популярных программных средств создания трехмерных изображений.
- 21. Роль и место технологий мультимедиа в современных информационных технологиях. Классификация мультимедиатехнологий.
- 22. Области применения и значение мультимедиаприложений для решения социально-экономических задач. Использование мультимедиа в бизнесе и электронной коммерции, презентации, обучении, самообразовании, рекламе, средствах массовой информации.
- 23. Современные тенденции использования мультимедиатехнологий в создании интегрированных информационных систем.
- 24. Разработка концепции мультимедиапроекта. Планирование проекта мультимедиа. Требования к мультимедиапроекту. Разработка и создание проекта.
- 25. Понятие об аппаратных платформах мультимедиа. Виды инструментальных средств мультимедиа.
- 26. Типы инструментальных систем создания мультимедиа. Типы графических объектов изображения. Принципы и методы создания неподвижных изображений.
- 27. Особенности векторной и растровой графики. Способы создания графических файлов и их форматы.

- 28. Принципы и методы создания звуковых файлов. Достоинства и недостатки цифрового представления звука в виде MIDI-файла. Способы создания звуковых файлов и их расширения.
- 29. Краткая информация о цифровом видео. Способы создания видеофайлов и их форматы. Методы сжатия видеоинформации. Обзор программ для работы с видеофайлами.
- 30. Использование звуковых и видеоэлементов при разработке мультимедиаприложения.

# Библиографический список

Основная литература

- 1. Графические техники [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / авт.-сост. В.В. Леватаев, Н.В. Захарова. Комсомольск-на-Амуре : АмГПГУ, 2012. — 60 с.
- Григорьева, И.В. Компьютерная графика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Григорьева. – М.: МПГУ: Прометей, 2012. – 298 с.
- Гущина, О.М. Двухмерная компьютерная графика : учеб.-метод. пособие для студ. очной и заоч. форм обучения / О.М. Гущина, Н.Н. Казаченок – Тольятти : ТГУ, 2008. – 213 с.
- 4. Зинюк, О.В. Компьютерные технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 5 ч. Ч. 1. Обработка растровых изображений / О.В. Зинюк. – М. : МосГУ, 2011. – 80 с. – (Графический дизайн).
- 5. Зинюк, О.В. Компьютерные технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 5 ч. Ч. 2. Обработка векторных изображений / О.В. Зинюк. – М. : МосГУ, 2011. – 95 с. – (Графический дизайн).
- Лепская, Н.А. Художник и компьютер [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.А. Лепская. – М. : Когито-Центр, 2013. – 172 с.
- 7. Молочков, В.П. Основы работы в Adobe PhotoShop CS5 [Электронный ресурс] / В.П. Молочков. М. : ИНТУИТ, 2011. 132 с.
- Перемитина, Т.О. Компьютерная графика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.О. Перемитина. – Томск : Эль Контент, 2012. – 144 с.

#### Дополнительная литература

- Броневич, А.Г. Анализ неопределенности выделения информативных признаков и представлений изображений [Электронный ресурс] / А.Г. Броневич, А.Н. Каркищенко, А.Е. Лепский. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 320 с. – Режим доступа : http://www.iprbookshop.ru/24450.
- Дворкович, В.П. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика) [Электронный ресурс] / В.П. Дворкович, А.В. Дворкович. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 1008 с. — Режим доступа : http://www.iprbookshop. ru/26907.

- Ковтанюк, Ю.С. CorelDraw 11 для дизайнера / Ю.С. Ковтанюк ; под ред. С.В. Соловьяна. – М. : Юниор : ДиаСофтЮП, 2003. – 1034 с.
- 12. Крайнова, О.А. Основы компьютерной графики (на примере графического редактора CorelDraw v.10.0) : учеб.-метод. пособие для вузов / О.А. Крайнова. Тольятти : ТГУ, 2004. 133 с.
- 13. Сжатие цифровых изображений [Электронный ресурс] / О.О. Евсютин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М. : Горячая линия – Телеком, 2013. – 124 с. – Режим доступа : http:// www.iprbookshop.ru/25086.
- 14. Третьяк, Т.М. Photoshop. Творческая мастерская компьютерной графики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.М. Третьяк, Л.А. Анеликова. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 176 с. – (Элективный курс. Профильное обучение).

# Глоссарий

Векторный метод — метод представления изображения в виде совокупности отрезков, дуг и т. д.

Визуализация – процесс просчета изображения трехмерной сцены.

**Графика** — результат визуального представления реального или воображаемого объекта, получаемый рисованием или печатанием художественных образов.

Дискретизация — преобразование графической информации из аналоговой формы в дискретную, т. е. разбиение непрерывного графического изображения на отдельные элементы.

Интерактивная компьютерная графика — способность компьютерной системы создавать графику и одновременно вести диалог с пользователем.

Интерфейс – средство общения между человеком и машиной, обеспечивающее максимальные удобства для пользователя.

**Компьютерная анимация** — получение движущихся изображений на экране дисплея.

Компьютерная графика — наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью ЭВМ, т. е. это раздел информатики, который занимается проблемами получения различных изображений (рисунков, чертежей, мультипликации) на компьютере.

**Контур** – любая геометрическая фигура, созданная с помощью рисующих инструментов векторной программы и представляющая собой очертания того или иного графического объекта (окружность, прямоугольник и т. п.).

Линия — элементарный объект векторной графики.

Моделирование – процесс создания трехмерных объектов.

**Мультимедиа** — современная компьютерная информационная технология, позволяющая объединить в компьютерной системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию (мультипликацию).

**Пикселы** — цветовые точки, расположенные на правильной сетке и формирующие образ.

Полигоны — мельчайшие элементы, из которых состоит полигональная сетка, используемая для отображения простых и сложных объектов.

**Распознавание образов** — совокупность методов, позволяющих получить описание изображения, поданного на вход, либо отнести заданное изображение к некоторому классу.

Растр – порядок расположения точек (растровых элементов).

**Растровый метод** — метод, при котором изображение представляется в виде набора окрашенных точек.

Сплайн — кривая, посредством которой описывается геометрическая фигура.

**Технический растр** — массив числовых значений, задающих цвета отдельных пикселов при отображении образа на отдельном устройстве вывода.

**Трехмерная графика** (3D-графика) — раздел компьютерной графики, охватывающий алгоритмы и программное обеспечение для оперирования объектами в трехмерном пространстве, а также результат работы таких программ.

**Трехмерная сцена** — виртуальное пространство, в котором работает пользователь трехмерного редактора.

Цветовой круг — элементарное приспособление, совершенно незаменимо при подборе цветовых сочетаний.

**Цветовая модель** (цветовое пространство) — способ описания цвета с помощью количественных характеристик.

Цифровое изображение – совокупность пикселов.

**Цифровой звук** — способ представления электрического сигнала посредством дискретных численных значений его амплитуды.
#### Ключи к тестам

# Тема 1. Введение в компьютерную графику

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	В	2	а	3	В
4	б	5	В	6	б
7	Г	8	б	9	В
10	В	11	б	12	а
13	б	14	б	15	а
16	б	17	Г	18	В
19	а	20	б	21	б
22	В	23	б, г	24	а
25	б	26	а	27	а, б, в
28	В	29	б	30	а
31	Г	32	а, б	33	а
34	В	35	б	36	В
37	В	38	В	39	а, б, в

	•	4		~		v	7
Гема	1	Anna	патнае	пресприрнир	компьюте	ทหกม :	2ทิกกำหน
Levien		1111111	punnoe	ooccne tenac	nominoionic	phone	papana

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	а	2	Г	3	б
4	б	5	В	6	В
7	а	8	Г	9	а
10	В	11	а	12	В
13	Г	14	В	15	а, б
16	б	17	б, в	18	а, в, г
19	б, г	20	б, в, г	21	Г
22	а	23	а, б, в	24	В
25	а, б, в	26	а, б	27	В, Г
28	б	29	а, в, г	30	Г
31	а	32	а	33	б
34	В	35	Г	363	Г
37	а, в, г	8	б, в	39	а, в, г

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	а, б	2	Г	3	б
4	б	5	а	6	б
7	Г	8	Г	9	б
10	В	11	б	12	а
13	а	14	б, в, г	15	а, б, в
16	а	17	б	18	В
19	б	20	а	21	В, Г
22	а, б, в	23	г, д, е	24	а, б, в, г, д
25	а	26	б	27	а
28	а, б, в	29	б	30	В
31	б	32	б	33	а
34	б	35	а	36	В
37	В	38	б	39	а, б, в
40	а	41	а	42	а
43	а	44	а	46	б, в
46	В	47	б	48	а
49	В	50	Г		

## Тема 3. Представление графических данных

Тема 4. Растровая графика

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	а	2	а	3	Г
4	а, б, в, г	5	б	6	Г
7	б	8	а	9	б
10	В	11	б	12	б
13	В	14	б	15	б, в
16	а, в, г	17	а	18	В
19	а	20	б	21	В
22	б	24	Г	25	а, б, в
26	а, в	27	а, г	28	В
29	б, в, г	30	В	31	б, в
32	а, в, г	33	б	34	а
35	б	36	В	37	Г

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	а	2	б	3	а
4	а, в, г, е	5	В	6	В
7	а, б, в	8	в, д	9	В
10	а	11	б	12	б
13	В	14	б	15	б, в
16	б	17	а	18	а
19	б	20	Г	21	б, д
22	а	23	б	24	б
25	В	26	б	27	б
28	В	29	б, в, г, д	30	В
31	а	32	а, б	33	а
34	а	35	б	36	В
37	б	38	а, б, в	39	а, б, в
40	а, б	41	б	42	а
43	а	44	а	45	В
46	В	47	б	48	а
49	б, в	50	а, в		

### Тема 5. Векторная графика

Тема 6. Трехмерная графика

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	б	2	а, г	3	а, в, г
4	б	5	а, в	6	б, г
7	В	8	а	9	б
10	Г	11	а, в, г	12	б, в, г
13	б	14	б, в	15	б
16	а	17	В	18	В
19	В	20	б	21	В
22	а, в	23	а, в, г	24	В
25	б, в	26	б, г	27	б, г
28	а, в	29	В	30	а, г
31	а, в	32	а	33	б
34	В	35	а	36	Г
37	Г	38	а	39	б
40	а	41	В	42	б
43	а	44	Г	45	б
46	Г	47	б	48	а, г

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
49	а, в, з	50	б	51	Г
52	а, в	53	б	54	а
55	а	56	б	57	а
58	а	59	В	60	а

# Тема 7. Мультимедиатехнологии

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	В	2	В	3	а, в
4	Д	5	а, б	6	д, ж
7	б	8	б	9	Г
10	Ж	11	г, е	12	а
13	В	14	Г	15	а, б
16	Г	17	б, г	18	д
19	б, в	20	Д	21	В
22	в, г, д	23	а	24	а
25	а, г	26	а	27	б
28	Д	29	В	30	В
31	Г	32	б, г, д, е	33	а
34	Г				