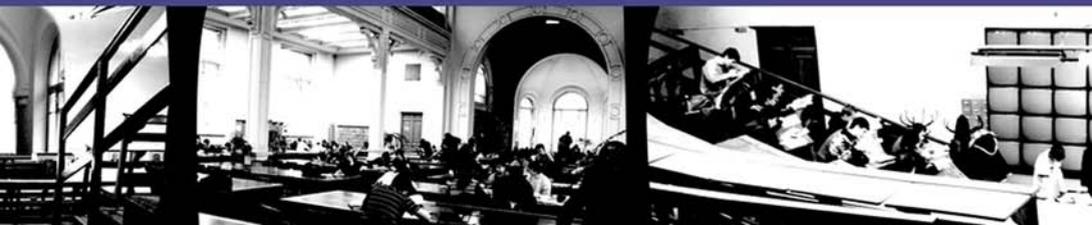


Д. Ф. Миронов

# Компьютерная графика в дизайне



bhv®



**Д. Ф. Миронов**

# **Компьютерная графика в дизайне**

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области прикладной информатики в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080801 "Прикладная математика" и другим междисциплинарным специальностям

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2008

УДК 681.3.06  
ББК 32.973.26-018.2  
М64

**Миронов Д. Ф.**

М64 Компьютерная графика в дизайне: учебник. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 560 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)

ISBN 978-5-9775-0181-1

Рассмотрены фундаментальные понятия и концепции компьютерной графики, информационные модели цвета, модели векторного и пиксельного изображений и приемы работы с ними. Основное преимущество учебника в том, что изложение материала не привязано к конкретным программным продуктам. Подробное описание практических методов векторной и пиксельной графики дополнено многочисленными примерами и иллюстрациями, приведен словарь основных терминов компьютерной графики.

*Для студентов и преподавателей вузов и пользователей,  
интересующихся компьютерной графикой*

УДК 681.3.06  
ББК 32.973.26-018.2

**Группа подготовки издания:**

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Татьяна Лапина</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Леонид Кочин</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Караваевой</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Фото	<i>Кирилла Сергеева</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 30.05.08.

Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 45,15.

Тираж 2000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 194354, Санкт-Петербург, ул. Есенина, 5Б.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.60.953.Д.002108.02.07 от 28.02.2007 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГУП "Типография "Наука"  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0181-1

© Миронов Д. Ф., 2008  
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2008

# Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>1</b>
Структура учебника.....	3
Аппаратные и программные средства .....	5
Обращение к студентам .....	6
Благодарности .....	7
<b>ЧАСТЬ I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И ЦВЕТ .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Предмет компьютерной графики, ее инструментарий и прикладные области .....</b>	<b>11</b>
1.1.1. Предмет компьютерной графики .....	11
1.1.2. Объектная диаграмма предметной области компьютерной графики .....	12
1.1.3. Информационные модели .....	13
1.1.4. Программные средства.....	13
1.1.5. Аппаратные средства.....	16
Процессор и оперативная память .....	16
Накопители .....	17
Видеокарты .....	17
Мониторы и видеопроекторы .....	18
Печатающие устройства .....	19
Устройства графического ввода .....	20
1.1.6. Области, в которых широко используется компьютерная графика.....	21
Дизайн и художественное творчество.....	22
Массмедиа и полиграфия .....	23
Анимация .....	23
Кинематография .....	24
Трехмерное моделирование .....	24

Фотография.....	25
Автоматизация проектирования .....	26
Деловая графика.....	26
Список новых терминов.....	27
Контрольные вопросы .....	27
Темы для обсуждения.....	29
<b>1.2. Информационные модели изображений .....</b>	<b>30</b>
1.2.1. Концепция информационной модели изображения .....	30
1.2.2. Схема работы с информационной моделью изображения .....	32
1.2.3. Векторная информационная модель .....	37
1.2.4. Пиксельная информационная модель .....	41
Список новых терминов.....	45
Контрольные вопросы .....	46
Темы для обсуждения.....	48
<b>1.3. Информационные модели цвета .....</b>	<b>49</b>
1.3.1. Природа цвета и физиологические основы его восприятия .....	49
Функции цвета в изображении.....	49
Свет.....	50
Спектральное распределение.....	52
1.3.2. Излученный и отраженный свет.....	54
Излученный свет .....	54
Отраженный свет.....	56
Роль внешнего источника света.....	58
1.3.3. Ахроматические модели .....	58
Штриховая модель .....	59
Монохромная модель.....	60
1.3.4. Модель индексированного цвета .....	62
Имитация цвета .....	64
1.3.5. Аддитивная модель.....	65
Модель RGB .....	66
Цветность и треугольник цветности .....	68
Цветовой круг.....	69
Достоинства и недостатки модели цвета RGB.....	69
Стандартные цветовые пространства RGB.....	70
Модели XYZ и xyY .....	71
1.3.6. Субтрактивная модель.....	77
1.3.7. Модели HSB и HSL.....	79
1.3.8. Модель Lab .....	81
1.3.9. Системы цветосовмещения.....	83
1.3.10. Цветовые модели повышенной точности.....	84

1.3.11. Системы управления цветом .....	85
Причины, вызывающие необходимость управления цветом.....	85
Состав и функции систем управления цветом .....	87
Процесс сохранения семантики цвета.....	88
1.3.12. Методы преобразования цветовых пространств.....	89
Перцептивный метод преобразования цветовых пространств .....	90
Преобразование цветовых пространств с сохранением насыщенности цвета .....	90
Относительный колориметрический метод преобразования цветовых пространств.....	91
Абсолютный колориметрический метод преобразования цветовых пространств.....	91
Преобразование цветовых пространств и потеря визуальной информации .....	91
1.3.13. Профили ICC и калибрование устройств графического ввода и вывода .....	92
Профилирование устройств графического ввода .....	94
Профилирование мониторов .....	95
Профилирование устройств графического вывода.....	95
Список новых терминов.....	96
Контрольные вопросы .....	98
Темы для обсуждения.....	102

## **ЧАСТЬ II. ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА..... 103**

### **2.1. Объектно-ориентированное графическое моделирование..... 105**

2.1.1. Графические объекты и их классы.....	105
2.1.2. Атрибуты класса графических объектов.....	107
2.1.3. Методы класса графических объектов .....	109
2.1.4. Форматы графических файлов векторных графических документов .....	110
Формат графического редактора CorelDRAW (CDR) .....	110
Формат графического редактора Adobe Illustrator (AI).....	111
Форматы системы AutoCAD .....	111
Формат PostScript .....	112
Формат Encapsulated PostScript (EPS) .....	112
Формат Computer Graphics Metafile.....	112
Формат Scalable Vector Graphics.....	113
Формат Windows Metafile.....	113
Список новых терминов.....	113
Контрольные вопросы .....	114

<b>2.2. Параметрические примитивы .....</b>	<b>115</b>
2.2.1. Параметризация графического объекта.....	115
2.2.2. Прямоугольники .....	118
2.2.3. Эллипсы .....	119
2.2.4. Многоугольники и звезды.....	121
2.2.5. Стандартные фигуры .....	124
Список новых терминов .....	124
Контрольные вопросы .....	125
Темы для обсуждения.....	125
<b>2.3. Информационная модель линии.....</b>	<b>126</b>
2.3.1. Линии, узлы и сегменты.....	126
Информационная модель узла и ее графическое представление .....	127
Типы узлов .....	129
Специфические атрибуты и методы узла.....	130
2.3.2. Замкнутость и односвязность .....	130
2.3.3. Приемы построения.....	132
2.3.4. Приемы редактирования .....	133
Выделение узлов и сегментов .....	133
Перемещение узла .....	134
Разрезание и слияние узлов.....	134
Добавление и удаление узла.....	134
Изменение типа узла или сегмента.....	135
Перемещение направляющих рукояток узла.....	135
Соединение и разъединение .....	136
Замыкание линии.....	137
Изменение направления линии .....	137
Сглаживание линии.....	137
2.3.5. Преобразование в линии .....	138
2.3.6. Логические операции .....	138
Объединение.....	139
Пересечение .....	139
Исключение .....	140
Список новых терминов .....	142
Контрольные вопросы .....	142
Темы для обсуждения.....	144
<b>2.4. Обводка и заливка объектов .....</b>	<b>145</b>
2.4.1. Обводка.....	145
Информационная модель обводки.....	146
Толщина .....	146

Вид .....	147
Завершители .....	147
Углы .....	148
Наконечники .....	149
Цвет .....	149
Масштабируемость толщины .....	150
Отделение обводки .....	150
Настройка пишущего инструмента .....	151
2.4.2. Однородная заливка .....	151
2.4.3. Градиентная и сетчатая заливки .....	154
Градиентные заливки .....	154
Сетчатая заливка .....	160
2.4.4. Заливки узором .....	161
Заливки штриховым узором .....	162
Заливки векторным или пиксельным полноцветным узором .....	163
Заливки PostScript .....	163
Текстурные заливки .....	164
Список новых терминов .....	165
Контрольные вопросы .....	166
Темы для обсуждения .....	168
<b>2.5. Информационная модель векторного текста .....</b>	<b>169</b>
2.5.1. Фигурный текст .....	169
2.5.2. Атрибуты фигурного текста .....	171
Гарнитура .....	171
Кегль .....	172
Начертание .....	172
Подчеркивание .....	173
Регистр .....	173
Индекс .....	174
Смещение символов .....	174
Выравнивание .....	175
Интерлиньяж .....	177
Трекинг .....	177
2.5.3. Простой текст .....	178
2.5.4. Атрибуты простого текста .....	180
Атрибуты интервалов .....	180
Атрибуты переноса слов .....	181
Атрибуты отступов .....	182
2.5.5. Режимы обтекания объектов текстом .....	183

2.5.6. Верстка простого текста.....	185
Разметка модульной сетки .....	185
Ввод или импорт текста и его размещение.....	186
Настройка форматирования .....	187
Кернинг пар .....	187
2.5.7. Многоколонный набор .....	188
2.5.8. Текстовые эффекты .....	189
Буквица.....	189
Маркированный список.....	190
2.5.9. Текст на траектории.....	191
Ориентация символов текста относительно траектории.....	192
Смещение начальной точки и базовой линии .....	193
Зеркальное отражение относительно траектории .....	194
Несколько текстов на траектории.....	194
Список новых терминов.....	195
Контрольные вопросы.....	196
Темы для обсуждения.....	198
<b>2.6. Работа с графическими объектами .....</b>	<b>199</b>
2.6.1. Выделение .....	199
2.6.2. Размещение.....	200
2.6.3. Привязки .....	201
Привязка к координатной сетке.....	201
Привязка к направляющим.....	202
2.6.4. Выравнивание .....	203
2.6.5. Распределение .....	204
2.6.6. Масштабирование и отражение.....	205
2.6.7. Поворот .....	207
2.6.8. Копирование, дублирование и клонирование .....	207
2.6.9. Скос .....	208
2.6.10. Блокировка .....	210
Список новых терминов.....	210
Контрольные вопросы.....	211
Темы для обсуждения.....	212
<b>2.7. Агрегация графических объектов .....</b>	<b>213</b>
2.7.1. Слои векторного изображения .....	213
Стопка объектов .....	213
Стандартные слои .....	215
Мастер-слои .....	216
2.7.2. Группы объектов.....	217
2.7.3. Стандартные фрагменты .....	218

Список новых терминов.....	220
Контрольные вопросы.....	220
Темы для обсуждения.....	221
<b>2.8. Составные графические объекты.....</b>	<b>222</b>
2.8.1. Специальные линии.....	223
Плакатное перо.....	223
Линии переменной ширины.....	224
Мазки.....	226
Распылитель.....	227
Размерные схемы.....	227
Коннекторы.....	231
2.8.2. Огибающие и деформации.....	232
Огибающие.....	232
Центробежная и центростремительная деформации.....	234
Деформация зигзага.....	236
Деформация скручивания.....	237
2.8.3. Перспектива.....	239
2.8.4. Тени.....	239
2.8.5. Экструзия.....	243
Базовые тела экструзии.....	244
Заливка тел экструзии.....	246
Освещение тел экструзии.....	247
Вращение тел экструзии.....	247
2.8.6. Пошаговые переходы и ореолы.....	248
Базовые пошаговые переходы.....	249
Пошаговые переходы по траектории.....	251
Составные и разделенные пошаговые переходы.....	253
Пошаговые переходы с незамкнутыми управляющими объектами.....	254
Ореолы.....	255
2.8.7. Линзы.....	257
Полупрозрачная линза.....	258
Масштабирующая линза.....	259
Осветляющая линза.....	260
Линза негативного изображения.....	261
Каркасная линза.....	262
Линза "рыбий глаз".....	262
Линза монохромного изображения.....	263

Режим исключения фона .....	263
Выносные точки обзора .....	264
Фиксация преобразования линзы .....	264
2.8.8. Прозрачность и полупрозрачность в векторном изображении .....	265
2.8.9. Фигурная обрезка .....	268
Список новых терминов .....	270
Контрольные вопросы .....	272
Темы для обсуждения .....	277
<b>2.9. Коллаж с применением векторных и пиксельных изображений .....</b>	<b>278</b>
2.9.1. Импортированные пиксельные изображения .....	279
2.9.2. Пиксельные эффекты и фильтры .....	280
2.9.3. Растеризация векторных объектов .....	281
2.9.4. Векторизация пиксельных объектов .....	283
2.9.5. Автоматическая векторизация .....	283
2.9.6. Ручная векторизация .....	285
2.9.7. Базовые приемы коллажа .....	286
Список новых терминов .....	289
Контрольные вопросы .....	289
Темы для обсуждения .....	290
<b>2.10. Вывод векторных изображений .....</b>	<b>291</b>
2.10.1. Форматы сохранения и экспорта .....	291
Формат Adobe PostScript .....	292
Формат Encapsulated PostScript .....	292
Формат CorelDRAW .....	293
Формат Adobe Illustrator .....	294
Формат SVG .....	294
Формат PDF .....	294
Форматы WMF и EMF .....	295
Форматы AutoCAD .....	295
Форматы пиксельной графики .....	295
2.10.2. Настройка печатающего устройства .....	296
2.10.3. Макет печатного документа .....	297
Список новых терминов .....	300
Контрольные вопросы .....	301
Темы для обсуждения .....	302

<b>ЧАСТЬ III. ПИКСЕЛЬНАЯ ГРАФИКА .....</b>	<b>303</b>
<b>3.1. Разрешение и размеры пиксельного изображения .....</b>	<b>305</b>
3.1.1. Визуальное смыкание .....	305
3.1.2. Разрешение и размеры изображения .....	307
3.1.3. Разрешающая способность устройств ввода и вывода .....	309
Разрешающая способность при съемке .....	309
Разрешающая способность при сканировании .....	310
Разрешающая способность при выводе .....	312
3.1.4. Оптимальное разрешение при выводе .....	313
Экранные приложения .....	313
Вывод твердой копии .....	314
3.1.5. Изменение размеров растра .....	324
Увеличение числа пикселей изображения .....	324
Уменьшение числа пикселей в изображении .....	326
Рекомендации по изменению размеров изображения .....	326
Список новых терминов .....	327
Контрольные вопросы .....	328
Темы для обсуждения .....	330
<b>3.2. Источники пиксельных изображений .....</b>	<b>331</b>
3.2.1. Создание и сохранение документа с пиксельным изображением .....	331
3.2.2. Коллекции изображений .....	332
3.2.3. Сканирование .....	334
Типы сканеров .....	334
Искажения при сканировании .....	337
Процедура сканирования .....	338
3.2.4. Цифровая фотография .....	340
3.2.5. Трехмерное моделирование .....	341
3.2.6. Импорт из программ .....	342
Список новых терминов .....	343
Контрольные вопросы .....	343
Темы для обсуждения .....	344
<b>3.3. Основные форматы пиксельных графических файлов .....</b>	<b>345</b>
3.3.1. Сжатие данных пиксельной информационной модели .....	345
Алгоритм RLE .....	346
Алгоритм LZW .....	347
Алгоритм JPEG .....	347
3.3.2. Формат BMP .....	348

3.3.3. Формат PCX .....	348
3.3.4. Формат GIF .....	348
3.3.5. Формат TIFF .....	349
3.3.6. Формат JPEG .....	350
3.3.7. Формат PCD .....	351
3.3.8. Формат EPS .....	351
3.3.9. Формат PNG .....	352
3.3.10. Формат PSD .....	352
3.3.11. Формат DCS .....	352
Список новых терминов .....	353
Контрольные вопросы .....	353
Темы для обсуждения .....	354
<b>3.4. Документы на основе пиксельной информационной модели.....</b>	<b>355</b>
3.4.1. Пиксельный документ. Слои и рендеринг .....	356
Окна графических документов .....	356
Слои пиксельного документа .....	357
3.4.2. Прозрачность и полупрозрачность .....	361
3.4.3. Режимы наложения слоев .....	364
Нормальный режим .....	364
Режим растворения .....	365
Режим умножения .....	366
Режим осветления .....	367
Режим перекрытия .....	368
Режим разности .....	369
3.4.4. Каналы цвета .....	370
Список новых терминов .....	371
Контрольные вопросы .....	372
Темы для обсуждения .....	373
<b>3.5. Выделение части пиксельного изображения.....</b>	<b>374</b>
3.5.1. Выделенная область .....	374
3.5.2. Основные методы выделения области изображения .....	376
Первичное построение выделенной области .....	376
Отображение выделенной области .....	377
3.5.3. Модификация выделенной области .....	378
Трансформация выделенной области .....	378
Логические операции над выделенными областями .....	379
Сжатие и расширение выделенной области .....	380
Сглаживание границы выделенной области .....	380
Растушевка границы выделенной области .....	382

3.5.4. Маски и маскирование. Альфа-каналы.....	383
Понятие маски .....	383
Альфа-каналы .....	385
Маски слоя .....	387
Макетные группы .....	388
Список новых терминов .....	389
Контрольные вопросы .....	389
Темы для обсуждения.....	390
<b>3.6. Базовая техника работы с пиксельными изображениями .....</b>	<b>391</b>
3.6.1. Штриховые изображения .....	391
Рисование и стирание .....	391
Тоновая отсечка.....	394
Технологический цикл для штриховых изображений.....	394
3.6.2. Монохромные изображения. Тоновая коррекция.....	396
Рисование и стирание .....	397
Преобразование из цветного изображения .....	398
Тоновая коррекция .....	398
Коррекция контурной резкости .....	405
Технологический цикл для монохромных изображений .....	409
3.6.3. Градационные кривые .....	410
Понятие градационной кривой .....	410
Типовые формы градационных кривых .....	411
3.6.4. Полноцветные изображения .....	417
Выбор цветовой модели .....	417
Методы выбора цвета .....	418
Рисование и стирание .....	419
Тоновая и цветовая коррекция.....	419
Работа с плашечными цветами .....	420
Технологический цикл для полноцветных изображений.....	421
3.6.5. Монтаж пиксельного изображения. Коллаж.....	421
Слои и маски слоя .....	421
Градиентные маски .....	423
Трансформации .....	423
Список новых терминов .....	424
Контрольные вопросы .....	425
Темы для обсуждения.....	428
<b>3.7. Цветовая коррекция .....</b>	<b>429</b>
3.7.1. Причины, вызывающие необходимость цветовой коррекции, и ее цели.....	429
3.7.2. Выбор цветовой модели для цветовой коррекции.....	430

3.7.3. Ахроматические точки и цветовые пробы .....	431
3.7.4. Идентификация искажения цвета.....	432
3.7.5. Устранение искажений цвета с помощью тоновой коррекции по градационной кривой .....	435
3.7.6. Полная схема цветовой коррекции .....	437
3.7.7. Выборочная цветовая коррекция запоминающихся цветов .....	438
3.7.8. Коррекция цветовой насыщенности и контурной резкости .....	440
Список новых терминов.....	441
Контрольные вопросы .....	441
Темы для обсуждения.....	442
<b>3.8. Тексты в составе пиксельного изображения.....</b>	<b>443</b>
3.8.1. Текстовые слои .....	443
3.8.2. Оболочки и эффекты слоя.....	445
3.8.3. Текст и векторные траектории .....	446
3.8.4. Растеризация текста.....	448
Список новых терминов.....	449
Контрольные вопросы .....	449
Темы для обсуждения.....	449
<b>3.9. Дополнительная техника работы с пиксельными изображениями .....</b>	<b>450</b>
3.9.1. Фильтры эффектов.....	450
3.9.2. Раздельная регулировка контрастности изображения .....	455
3.9.3. Обесцвечивание, раскрашивание и перекрашивание.....	457
3.9.4. Псевдовекторизация и изогелия .....	460
3.9.5. Дуплексы .....	461
3.9.6. Текстуризация .....	463
3.9.7. Инверсия и соларизация.....	464
3.9.8. Постеризация.....	467
3.9.9. Имитация традиционной графической и живописной техники .....	468
Акварель.....	468
Масляные и акриловые краски .....	470
Пастель .....	473
3.9.10. Имитация традиционной графической техники .....	474
Линейная техника.....	474
Мел, уголь, сангина, мягкий карандаш .....	474
Шелкография .....	477
Список новых терминов.....	478
Контрольные вопросы .....	479
Темы для обсуждения.....	480

<b>3.10. Основные приемы ретуши пиксельных изображений.....</b>	<b>481</b>
3.10.1. Устранение артефактов .....	482
3.10.2. Ослабление муара, возникающего при сканировании .....	483
3.10.3. Коррекция тонового диапазона .....	486
3.10.4. Коррекция резкости .....	486
3.10.5. Восстановление цвета.....	487
3.10.6. Восстановление утраченных и удаление нежелательных фрагментов изображения .....	488
Список новых терминов .....	489
Контрольные вопросы .....	489
Темы для обсуждения.....	490
<b>3.11. Допечатная подготовка .....</b>	<b>491</b>
3.11.1. Полиграфический растр и растрирование .....	491
3.11.2. Деграция деталей при печати .....	493
3.11.3. Преобразование цветовой модели.....	495
3.11.4. Цветоделение, деленные формы и привodka цветов .....	495
3.11.5. Треппинг .....	497
Список новых терминов .....	499
Контрольные вопросы .....	499
Темы для обсуждения.....	500
<b>Глоссарий .....</b>	<b>501</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>531</b>

*С любовью и благодарностью посвящается  
супруге автора Ирине Мироновой*

## **Введение**

Настоящее издание представляет собой базовый учебник по дисциплине "Компьютерная графика", которая появилась в учебных программах вузов сравнительно давно, но раньше преподавалась только студентам технических специальностей. В современных условиях компьютерная графика стремительно превращается в базовый курс, ее приемы и концепции интенсивно используются во многих смежных дисциплинах, в том числе и считавшихся до последнего времени сугубо гуманитарными. Поэтому ее изучение стало необходимым и для студентов, не имеющих достаточной подготовки по циклам точных наук, на знании которых обычно основывался курс компьютерной графики. Настоящая книга адресована в первую очередь студентам, обучающимся по специальности 351400 "Прикладная информатика в дизайне". Ее структура соответствует разделу "Компьютерная графика" Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по данной специальности.

Эта книга может также оказаться полезной всем, кто имеет дело с применением компьютерной графики в самых разных сферах деятельности: школьникам, студентам, специалистам по рекламе и по связям с общественностью, работникам издательств, фотографам (как любителям, так и профессионалам), разработчикам публикаций, размещаемых в компьютерных сетях.

Всем перечисленным специалистам необходимо владеть программными средствами и приемами работы с объектами компьютерной графики, в первую очередь с изображениями, представленными в цифровой форме. Эти средства и приемы чаще всего осваивают с помощью учебника-самоучителя по той или иной программе. На сегодняшний день издано множество таких учебников, но в подавляющем большинстве этих книг не рассматриваются фундаментальные понятия компьютерной графики. По этой причине у многих практиков нет понимания основных концепций дисциплины, из-за чего часто

возникает недостаточное владение приемами и навыками, что неизбежно влечет за собой очень низкое качество всей работы. Усугубляет ситуацию отсутствие стандартной терминологии, — компьютерная графика еще сравнительно молода, постоянно развивается, и среди ее терминов встречается много неологизмов и транслитерированных слов, об использовании которых даже у авторитетных специалистов в области компьютерной графики еще нет общего мнения. Процесс снижения уровня профессионализма во владении средствами компьютерной графики сегодня зашел настолько далеко, что даже сам термин "компьютерная графика" зачастую трактуется как синоним низкого качества и дурного вкуса.

Безусловно, качество объектов визуальной коммуникации в первую очередь определяется степенью креативности автора, его талантом и вкусом. Но для реализации своего замысла автору необходимо воспользоваться техническими приемами. Недостаточное знание и понимание этих приемов или концепций, лежащих в их основе, увеличивает долю рутинных операций, оставляя меньше времени для творческого процесса. Кроме того, зачастую именно понимание возможностей технических приемов может подсказать новую идею, нетривиальное творческое решение.

Наличие самого современного компьютера с огромными ресурсами и новейшими версиями графических программ само по себе не обеспечивает высокого качества результатов труда их владельца — для этого нужны еще талант, вкус и знания. Но при достаточно хорошем понимании основ компьютерной графики можно в полной мере овладеть арсеналом технических приемов работы с графическими программами. Это, в свою очередь, позволит не только резко повысить эффективность творческого труда (за счет сокращения объема рутинных операций и ускорения их выполнения), но и перевести его на новый качественный уровень, высвобождая время автора для решения творческих задач, давая ему возможность сравнить множество вариантов реализации своих замыслов.

Во многих областях человеческой деятельности компьютерная графика обслуживает искусство, беря на себя роль его "технического арсенала". Сегодня пренебрежение этим арсеналом средств влечет за собой низкую эффективность труда, зачастую полную невозможность решения профессиональных задач в отведенные сроки. В настоящее время для большинства дизайнеров компьютер и программные средства работы с изображениями стали главными рабочими инструментами. То же можно сказать о полиграфистах, кинематографистах и художниках.

Приведенные соображения со всей очевидностью доказывают необходимость изучения основ компьютерной графики как отдельной дисциплины.

## Структура учебника

Как уже упоминалось, эта книга представляет собой учебник по компьютерной графике для дизайнеров и информатиков-дизайнеров. В ней рассмотрены общие концепции компьютерной графики, информационные модели, в соответствии с которыми изображения представляются в памяти компьютеров, и приемы работы с этими моделями, позволяющие создавать и изменять изображения по замыслу автора.

Книга состоит из трех частей. В *части I* рассмотрена прикладная область, предмет, фундаментальные понятия и процессы компьютерной графики, а также ее применение.

В *главе 1.1* дано определение предмета компьютерной графики, сформулированы понятия информационной модели изображения, графического проектирования, программного и аппаратного инструментария компьютерной графики. Кратко описаны прикладные области, в которых широко используются методы и средства компьютерной графики.

В *главе 1.2* рассмотрена классификация информационных моделей изображений, обобщенный процесс графического проектирования, а также особенности векторной и пиксельной моделей.

В *главе 1.3* изложены вопросы, связанные с применением информационных моделей цвета в компьютерной графике. Приведено описание устройства и назначения основных моделей цвета, концепции системы управления цветом, профилирования и калибрования графических устройств.

В *части II* рассмотрена реализация информационной модели векторного изображения и приемы, составляющие ядро всех современных программных средств работы с векторными изображениями.

В *главе 2.1* сформулированы концепция объектно-ориентированного графического проектирования, понятия методов и атрибутов классов графических объектов, лежащие в основе большинства программных средств векторной графики.

В *главе 2.2* описаны параметрические примитивы, широко применяющиеся в графическом моделировании.

В *главе 2.3* рассмотрена информационная модель линии, составляющие ее подобъекты и приемы работы с ними, а также логические операции над графическими объектами.

*Глава 2.4* содержит описание обводок и заливок — важнейших способов модификации внешнего вида векторных графических объектов.

*Глава 2.5* посвящена векторной информационной модели текста, разновидностям векторного текста, основным операциям его верстки и преобразования.

*Глава 2.6* посвящена неспецифическим операциям над объектами: аффинным преобразованиям, выравниванию, распределению, копированию, дублированию, клонированию и др.

В *главе 2.7* рассмотрены операции построения и разрушения структурных единиц векторного графического изображения, объединяющих в единые объекты совокупности графических объектов.

*Глава 2.8* посвящена составным графическим объектам, обеспечивающим большую гибкость в создании графических объектов произвольной формы и их преобразовании.

В *главе 2.9* описаны приемы работы, применяемые в графических проектах, включающих в себя как пиксельные, так и векторные объекты.

*Глава 2.10* посвящена выводу векторных изображений на печать.

В *части III* рассмотрены реализация информационной модели пиксельного изображения, ее прикладные аспекты, концепции и приемы, на основе которых построены все программные средства пиксельной графики и цифровой фотографии.

В *главе 3.1* описан растр — основа пиксельной информационной модели изображения и наиболее важные характеристики пиксельного изображения.

В *главе 3.2* приведен обзор источников пиксельных изображений и даны рекомендации по работе с этими источниками.

В *главе 3.3* перечислены наиболее распространенные форматы графических файлов на основе пиксельной информационной модели.

В *главе 3.4* обсуждается устройство графических документов на основе пиксельной информационной модели, рассматриваются ее важнейшие расширения: слои, прозрачность и каналы цвета.

*Глава 3.5* содержит концепцию выделенной области, основные методы ее построения и работы с ней.

*Глава 3.6* описывает базовые приемы работы с пиксельными изображениями в контексте задач, наиболее часто возникающих при графическом проектировании. Рассмотрена техника работы со штриховыми и монохромными изображениями, концепция и приемы выполнения их тоновой коррекции, особенности работы с цветными изображениями, приемы построения коллажа из нескольких изображений.

В *главе 3.7* изложены основы цветовой коррекции изображений, описаны приемы диагностики цветовых искажений, универсальная схема коррекции, селективная коррекция запоминающихся цветов.

*Глава 3.8* посвящена особенностям работы с текстами в составе пиксельных графических документов.

В *главе 3.9* рассмотрены некоторые частные приемы работы с пиксельными изображениями: фильтры эффектов, гипертрофия контраста, обесцвечивание, раскрашивание и перекрашивание, дуплексы, текстуризация, соляризация и постеризация. Обширные разделы посвящены приемам имитации традиционной техники живописных и графических работ.

*Глава 3.10* посвящена ретуши пиксельных изображений. В ней приведены специфические приемы, позволяющие устранять или подавлять дефекты фотографий и сканированных изображений.

В *главе 3.11* рассмотрены аспекты допечатной подготовки изображений методами компьютерной графики.

В *гlossарии* приведены определения важнейших терминов компьютерной графики.

## Аппаратные и программные средства

В отличие от учебных курсов по программным средствам, для работы с этим учебником нет необходимости сразу садиться за компьютер — это можно и нужно будет сделать, когда придет осознание того или иного понятия, метода или приема и возникнет необходимость разобраться, как они реализованы в конкретной программе компьютерной графики.

Так что собственно *этот* учебник не накладывает дополнительных требований на конфигурацию и характеристики вашего компьютера. Данные ограничения приведены в учебниках по программным средствам компьютерной графики.

Что же касается необходимого программного обеспечения, то здесь требуются дополнительные разъяснения. Выбрав в качестве основы учебного курса те или иные графические редакторы, автор значительно упростил бы свою работу, но, увы, за счет снижения универсальности ее результата. Современные программные средства компьютерной графики сложны и ориентированы на практическое применение, у них обширные и изощренные интерфейсы пользователя, очень мало похожие один на другой. Из-за этого описание работы с программой А бесполезно для того, кто пользуется программой Б. Да и различные версии программы А могут довольно существенно отличаться друг от друга.

Вдобавок, описаний интерфейсов графических программ и методов работы с ними вполне достаточно — полки книжных магазинов и библиотек заполнены учебными курсами по конкретным графическим редакторам, некоторые из них весьма удачные. В каждом из курсов авторы подробно и с примерами показывают, как и в какой последовательности нужно действовать тем или иным инструментом. Но очень редко где написано, для чего эти действия нужны при графическом проектировании.

Автор ставил перед собой задачу создания такого учебника, который был бы полезен всем, начинающим заниматься компьютерной графикой и собирающимся применять ее методы в своей профессиональной деятельности — в первую очередь, конечно, дизайнерам. При этом не имеет значения, какими программами они пользуются сегодня или собираются воспользоваться завтра, поскольку везде, где это возможно, объекты компьютерной графики, ее концепции и приемы описаны инвариантно по отношению к конкретным программным средствам.

Последовательный отказ от привязки концепций и приемов к конкретным программным средствам привел к определенным сложностям с выбором терминов. К сожалению, одни и те же графические объекты и средства в различных программных пакетах называются по-разному. Дополнительную путаницу вносят переводчики. Автор старался пользоваться наиболее употребительными терминами, в отдельных случаях приводятся несколько терминов, все сколь либо важные понятия определены явным образом, и все определения сведены в приведенный в конце книги глоссарий.

Поэтому наиболее эффективной стратегией работы с этим учебником представляется его совместное изучение с двумя другими курсами: одним — по редактору векторных, другим — пиксельных изображений. Выбор конкретных программных средств остается за читателем.

## **Обращение к студентам**

Компьютерная графика — удивительный симбиоз науки, творчества и технических достижений. В ее пространстве сегодня существует много специализаций, огромен перечень профессий, в которых применяются ее методы. Даже для не слишком глубокого ознакомления с компьютерной графикой может потребоваться очень много времени и усилий. А чтобы добиться в ней настоящего профессионализма, необходимо потратить на освоение теории и практики многие годы.

Автор надеется, что данная книга поможет вам взять хороший старт на этом пути. Он настаивает на том, что освоение теории компьютерной графики

должно идти одновременно с освоением соответствующих программных средств, и рекомендует работу с этой книгой сопровождать изучением прикладных курсов по программным средствам компьютерной графики, благо в хороших учебниках такого рода недостатка нет.

Искренне желаю вам успехов в обучении и творческой работе.

*Дмитрий Миронов*

*Санкт-Петербург, ноябрь 2007 года*

## Благодарности

Автор благодарен многим людям, без помощи которых эта книга не состоялась бы.

В первую очередь это его коллеги по факультету информационных технологий и медиадизайна Санкт-Петербургского университета культуры и искусств, многолетнее сотрудничество с которыми дало автору очень много как в профессиональном, так и в личностном плане. Отдельные благодарности декану Т. В. Ляшенко и научному руководителю направления "Медиадизайн" **Л. Н. Пахомовой**.

Автор также признателен многим своим студентам, чей искренний интерес к компьютерной графике и энергия сыграли роль мощного стимула в работе над этой книгой.

Выражаю свою благодарность коллегам по Северо-Западной академии государственной службы, в первую очередь ректору А. С. Горшкову и первому проректору А. С. Тургаеву, за поддержку и помощь в многолетней работе.

Отдельные благодарности коллективу издательства "БХВ-Петербург", всем профессионалам, благодаря труду которых вышла в свет эта книга, в первую очередь В. А. Сергееву и Е. В. Кондуковой.

Автор благодарит В. М. Либермана, А. Д. Сухотина, А. С. Федорова, И. О. Крестовского за многолетнюю дружескую помощь и поддержку.

И наконец, я ничего не смог бы сделать без постоянной поддержки и понимания со стороны своей семьи, супруги Ирины и дочерей.

# **ЧАСТЬ I**

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И ЦВЕТ**

# 1.1. Предмет компьютерной графики, ее инструментарий и прикладные области

В этой главе рассматривается предмет компьютерной графики как научно-прикладной дисциплины, выделяются ее разделы, имеющие непосредственное отношение к дизайну, и сферы практической деятельности, в которых в настоящее время требуется квалифицированный труд специалистов, получивших подготовку в области компьютерной графики.

## 1.1.1. Предмет компьютерной графики

Предмет компьютерной графики — автоматизированные информационные процессы, связанные с различными аспектами работы с изображениями, представленными в цифровом виде в соответствии с той или иной информационной моделью. В наиболее общей форме такие информационные процессы можно разбить на три категории:

- создание изображения при автоматическом или автоматизированном построении его информационной модели;
- модификация изображения с помощью воздействия на его информационную модель;
- преобразование изображения, представленного в формате информационной модели в объект визуальной коммуникации.

Первая категория информационных процессов формирует первичную информационную модель изображения, с которой впоследствии можно работать, внося в нее изменения средствами программ для работы с графикой, или сохранять в формате графических файлов для последующего использования. В результате этого будет создан ранее не существовавший файл, содержащий информационную модель, представленную в соответствии с тем или иным форматом. Пример такого процесса — сканирование изображения. Подробнее процессы первой категории рассмотрены в *главе 3.2 и разд. 2.9.5.*

Вторая категория включает в себя все, что относится к редактированию изображения. Пример такого процесса — составление коллажа из имеющихся изображений. Для процессов этой категории характерно внесение изменений в ранее построенную информационную модель с сохранением полученного результата в исходном или новом файле (файлах). Подобным процессам посвящена большая часть настоящего учебника.

Третья категория информационных процессов преобразует цифровое представление информационной модели изображения в объект, доступный для непосредственного визуального восприятия. Иногда эти процессы называют выводом изображения. Примером может служить печать цифровой фотографии в лаборатории или просмотр той же фотографии на экране компьютера. Подробнее эти процессы рассмотрены в *главе 2.10* и *разд. 3.1.5–3.1.6*.

## 1.1.2. Объектная диаграмма предметной области компьютерной графики

Под *предметной областью* понимается совокупность объектов, имеющих существенное отношение к той или иной сфере деятельности и важных для этой сферы связей между этими объектами. Объектная диаграмма (рис. 1.1.1) представляет собой схематическое графическое изображение этих объектов и связей.



**Рис. 1.1.1.** Объекты и связи в предметной области компьютерной графики

Семантика объектов и связей, представленных на объектной диаграмме, рассматривается в следующих разделах.

### 1.1.3. Информационные модели

*Информационная модель* объекта или явления — совокупность структурированных данных, достаточно полно описывающая существенные для задач моделирования (релевантные) аспекты этого объекта или явления, и операций, с помощью которых пользователь может изучать модель и вносить в нее изменения. Применение информационной модели взамен реального явления или объекта дает возможность работать с ними с помощью автоматизированных информационных технологий. Преимущества такого подхода по сравнению с традиционной технологией обработки изображений следующие:

- сокращение времени за счет использования быстродействующих компьютеров;
- удешевление благодаря исключению из процесса дорогостоящих материальных объектов;
- упрощение за счет удобной программной реализации сложных операций;
- возможность создания абсолютно точных копий изображений с пренебрежимо малыми затратами времени и средств;
- возможность доступа пользователя к изображениям через современные средства телекоммуникаций.

В приведенном списке перечислены только основные преимущества, но и их вполне достаточно, чтобы сделать очевидный вывод — работа с информационными моделями изображения средствами компьютерной графики позволяет резко увеличить эффективность труда во многих отраслях деятельности, связанной с созданием и обработкой изображений.

Информационная модель тесно связана с другим объектом предметной области компьютерной графики — программными средствами, поскольку только с их помощью можно построить и отредактировать информационную модель изображения, а также получить по этой модели изображение в визуально воспринимаемом виде.

### 1.1.4. Программные средства

*Программным средством* называется совокупность программных модулей, обеспечивающих автоматизацию выполнения операций с данными, представленными в формате той или иной информационной модели. Программные средства выполняют две основные функции:

- автоматизируют выполнение рутинных операций и их последовательностей за счет алгоритмов, реализованных в программных модулях;

- обеспечивают возможность воздействия пользователя на состав и значения параметров информационной модели через средства интерфейса пользователя (как правило, графического).

Программные средства обычно обеспечивают автоматизацию решения комплекса задач, относящихся к сравнительно четко очерченной прикладной области. В компьютерной графике чаще других встречаются следующие категории программных средств:

- графические редакторы;
- подключаемые модули (плагины);
- драйверы графических устройств;
- средства просмотра изображений;
- архиваторы изображений;
- средства тестирования и настройки аппаратных устройств.

*Графический редактор* представляет собой программное средство для организации работы пользователя по изменению состава и значений параметров информационной модели изображения. Такая работа называется редактированием, что и определяет название данной категории программных средств. Как правило, операции редактирования выполняются в интерактивном режиме. К наиболее известным (на момент написания книги — середину 2007 года) графическим редакторам относятся Adobe Photoshop CS3, CorelDRAW X3, Corel Painter 9.

*Подключаемый модуль* (плагин) представляет собой отдельно разрабатываемое и распространяемое программное средство для выполнения какой-либо специфической операции над информационной моделью изображения, не реализованной в составе графического редактора. Выпускавшиеся ранее подключаемые модули могли работать только совместно с графическими редакторами, но некоторые современные образцы могут функционировать и автономно, являясь, по сути дела, самостоятельными графическими программами и взаимодействуя с графическими редакторами на уровне файлов информационных моделей. К функциям, чаще всего реализуемым в виде подключаемых модулей, относятся:

- добавление графических эффектов (см. разд. 2.9.2 и 3.9.1);
- глобальная коррекция изображения (см. разд. 3.9.2);
- допечатная обработка изображения (см. главу 3.11);
- сложные схемы выделения части изображения (см. разд. 3.5.4);
- генерирование изображений или их отдельных фрагментов (см. разд. 2.9.2).

С некоторой долей условности к автономно работающим подключаемым модулям, реализующим последнюю из перечисленных функций, можно отнести все программные средства, формирующие результат в виде изображения, например, системы трехмерного моделирования.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Во многих публикациях трехмерное моделирование включается в предметную область компьютерной графики. Это представляется не совсем правомерным, поскольку информационная модель трехмерного моделирования описывает не изображение, а объемное тело. Тем не менее, в трехмерном моделировании интенсивно используются информационные модели изображений и приемы работы с ними, поэтому вполне логично включить его в состав прикладных областей применения компьютерной графики.

*Драйвер графического устройства* — специализированная программа, в функции которой входит управление аппаратными средствами, например, устройствами ввода и вывода. Современные драйверы обычно имеют в своем составе средства интерфейса с пользователем, позволяющие настраивать графическое устройство на желаемый режим работы. Как правило, драйверы работают совместно с графическими редакторами или другими программными средствами компьютерной графики, и их автономное функционирование не предусматривается.

*Средства просмотра изображений* представляют собой программы, позволяющие преобразовывать информационную модель, представленную в формате графического файла, в изображение на экране компьютера с целью визуального анализа. Обычно программные средства этой категории позволяют работать со многими форматами представления изображений и включают в себя большое число дополнительных функций (например, организацию показа изображений в виде слайд-шоу). Наиболее известные программные средства этой категории — ACDSee и Ifran View.

*Средства организации архивов изображений* — программы, осуществляющие хранение большого числа изображений и их эффективный поиск по различным критериям. Такие программы позволяют быстро находить нужные изображения, хранящиеся на различных носителях. Как правило, архивы изображений хранят на CD или DVD. Программа организации архива строит по информационной модели изображения миниатюру (уменьшенную копию изображения, имеющую небольшой размер) и помещает ее в базу данных совместно с именем файла, сведениями о том, где он расположен, и *метаданными* (сведениями, описывающими изображение).

## 1.1.5. Аппаратные средства

К аппаратным средствам, применяющимся в компьютерной графике, относятся:

- Компьютеры, в состав которых входят:
  - процессор;
  - оперативная память;
  - накопители;
  - видеокарта с графическим ускорителем.
- Устройства графического вывода:
  - мониторы;
  - видеопроекторы;
  - печатающие устройства (лазерные, струйные и термосублимационные принтеры, фотонаборные автоматы, слайд-принтеры и цифровые милабы).
- Устройства графического ввода:
  - манипуляторы;
  - графические планшеты;
  - сканеры;
  - цифровые камеры.
- Специальные устройства (например, устройства для вывода голограмм и стереопар).

## Процессор и оперативная память

В рамках настоящего учебника нет смысла подробно останавливаться на назначении стандартных устройств компьютера, ограничимся рассмотрением специфических требований, которые на них накладывают типовые задачи компьютерной графики.

При работе с информационными моделями сложных векторных или пиксельных изображений с высоким разрешением (см. разд. 3.1.2) задачи компьютерной графики становятся очень ресурсоемкими. Поэтому общий принцип выбора процессора: "чем мощнее — тем лучше". На момент написания книги минимальными параметрами для графического компьютера считались тактовая частота процессора не ниже 2,5 ГГц и объем кэш-памяти второго уровня, встроенной в ядро процессора, не менее 512 Кбайт.