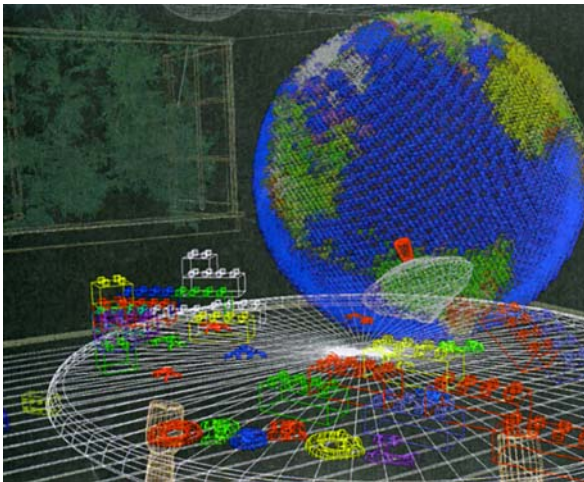
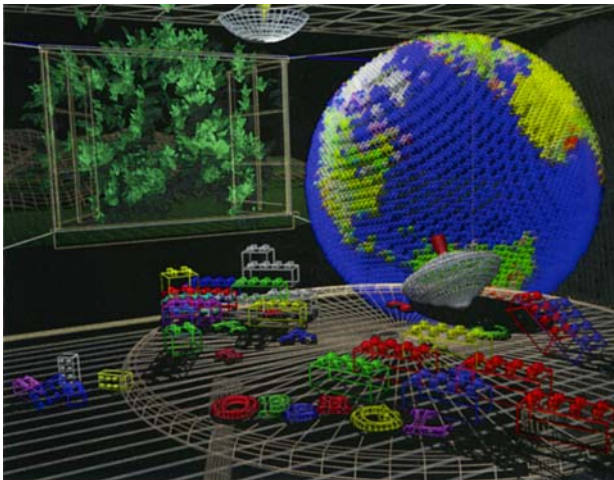


**Рис. 1.** Сцена с обложки этой книги; объекты сцены воспроизведены как каркасные модели. См. главу 2.



**Рис. 2.** Та же сцена с использованием тумана для получения воздушной перспективы (добавлены неяркие линии из точки наблюдения). См. главу 6.



**Рис. 3.** Та же сцена с линиями, которые сглажены на ступенчатых краях. См. главу 6.



**Рис. 4.** Сцена, нарисованная с помощью многоугольников с плоским затенением (каждый многоугольник покрашен своим цветом). См. главу 4.



**Рис. 5.** Сцена с освещением и плавным затенением многоугольников. См. главы 4 и 5.



**Рис. 6.** Сцена, полученная с помощью карт текстур, на которую добавлены тени. См. главы 9 и 14.



**Рис. 7.** Сцена, на которой один из объектов показан в размытии. Здесь использовался буфер накопления для создания последовательности изображений; это и привело к размытию движущегося объекта. См. главу 10.



**Рис. 8.** Кадр крупным планом — сцена показана с новой точки наблюдения. См. главу 3.





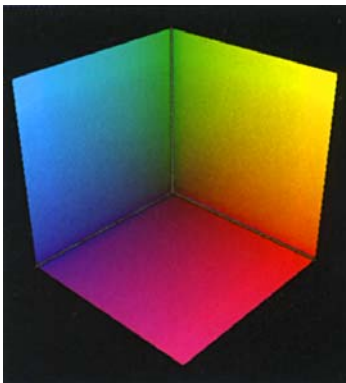
**Рис. 9.** Сцена, построенная с использованием атмосферных эффектов (туман) для имитации прокуренного помещения. См. главу 6.



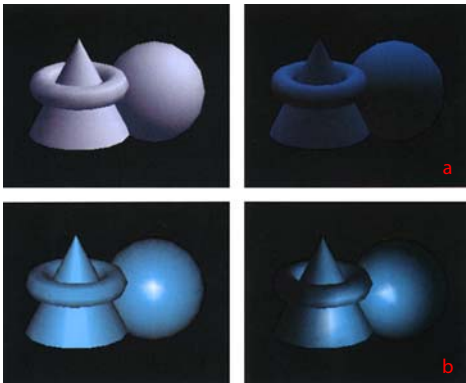
**Рис. 10.** Чайники нарисованы с «дрожащими» видимыми объемами с целью получения эффекта фотографической глубины резкости. Фокус наведен на желтый чайник. См. главу 10.



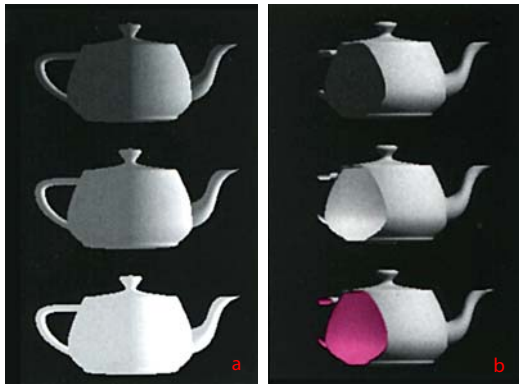
**Рис. 11.** Треугольник с плавным тонированием. Цвета вершин — красный, зеленый и синий. Внутренняя область треугольника отражает плавное смешивание всех трех цветов. См. главу 4.



**Рис. 12.** Цветной куб. Слева показаны красная, зеленая и синяя оси, на рисунке справа оси означают желтый цвет, циан («голубой») и магенту («пурпурный»). См. главу 4.



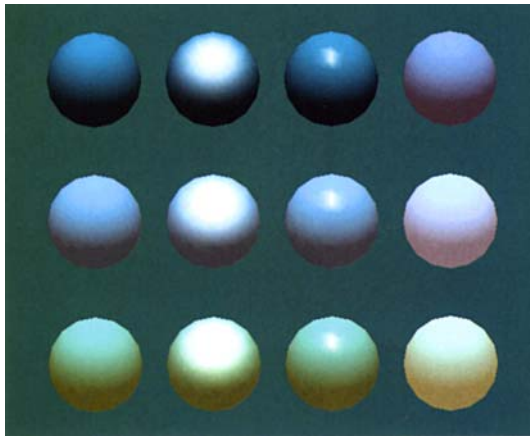
**Рис. 13.** Объекты нарисованы с использованием свойств серого материала. Цвет им придается с помощью источников освещения. (а) Сцена слева имеет бледно-синий фоновый цвет и освещена источником белого рассеянного света. Сцена справа образована с помощью источника бледно-синего рассеянного света практически в отсутствие фонового света. (б) Для рисунка слева использовался удаленный в бесконечность источник света, для рисунка справа — локальный источник. В первом случае область подсветки (отражение) центрирована как на конусе, так и на сфере, поскольку угол между объектом и линией настолько мал, что игнорируется. В варианте с локальным источником света угол нельзя не учитывать.



**Рис. 14.** Серый чайник нарисован при различных параметрах освещения. (а) Чайники нарисованы с последовательным наращиванием фонового света. (б) Сечение чайников демонстрирует их внутренние области. Для верхнего чайника используется одностороннее освещение, для среднего — двухсторонняя подсветка, при этом материал передней и задней поверхности один и тот же. На нижний чайник с различными материалами передней и задней поверхностей направлено двухстороннее освещение. См. главу 5.



**Рис. 15.** Подсвеченная сфера нарисована в режиме индексации цвета. См. главу 5.



фоновое  
отражение  
отсутствует

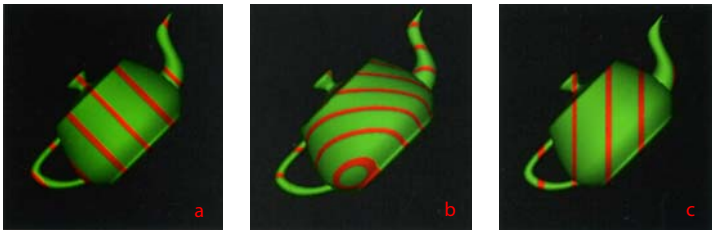
серое  
фоновое  
отражение

синее  
фоновое  
отражение

**Рис. 16.** Здесь представлены двенадцать сфер, каждая с собственными свойствами материала. Для первого столбца использован рассеянный цвет синего материала в отсутствие отражения. К объектам второго столбца добавлена отраженная составляющая, медленно меняющаяся по экспоненте. Для сфер третьего столбца эта составляющая изменяется быстро, и поэтому блики на поверхности более сконцентрированы. Для четвертого столбца применен синий рассеянный свет, и вместо отраженной составляющей добавлен компонент самосвечения. См. главу 5.

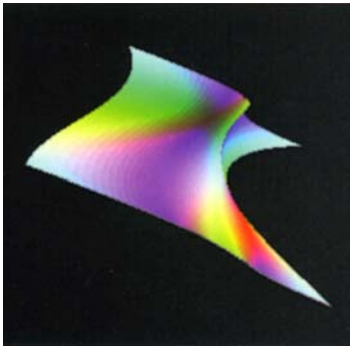


**Рис. 17.** Освещенные, плавно затененные чайники нарисованы с различными свойствами материала, соответствующими реальным материалам. Первый столбец составлен из объектов, материал которых напоминает изумруд, жадеит, обсидиан, жемчуг, рубин и бирюзу. Чайники второго столбца, соответственно, представляют латунь, бронзу, хром, медь, золото и серебро. Третий столбец соответствует разной окраске пластиков: черный, циан, зеленый, красный, белый и желтый. Цвета объектов четвертого столбца имитируют резину. См. главу 5.

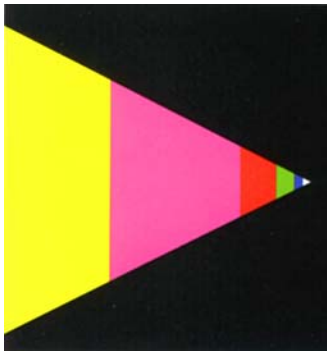


**Рис. 18.** Освещенные, зеленые чайники нарисованы с помощью автоматической генерации координат текстур и карты текстуры для получения красного контура. (a) Контур штрихован параллельно плоскости  $x = 0$  относительно трансформируемого объекта (то есть с использованием команды `GL_OBJECT_LINEAR`). При движении объекта текстуры остаются закрепленными. (b) Используются различные уравнения плоскости ( $x + y + z = 0$ ), так что штриховка получает различную ориентацию. (c) Координаты текстур вычисляются относительно точки наблюдения и, следовательно, не привязаны к объекту (`GL_EYE_LINEAR`). Во время движения объекта они кажутся «плывущими» через текстуру. См. главу 9.





**Рис. 19.** Поверхность Безье с наложением текстуры, созданная с помощью вычислителей. См. главы 9 и 12.



**Рис. 20.** Многоугольник нарисован с использованием MIP-текстур. В данном случае каждая текстура просто различается по цвету. Многоугольник в действительности является прямоугольником, ориентированным так, что он уменьшается в размерах в зависимости от расстояния. Когда видимая часть многоугольника становится достаточно мала, выполняется переключение на соответствующую MIP-карту. См. главу 9.



**Рис. 21.** Объект со спроецированным на него окружением. Справа — оригинальная текстура, снятая фотографом в кафе на Пало Альто с помощью широкоугольной оптической системы. Слева — бокал с примененным к нему наложением окружения. Поскольку используется наложение, кажется, что стенки бокала отражают обстановку кафе. См. главу 9.



**Рис. 22.** Сцена с несколькими плавно затененными объектами. Слева — ступенчатый вариант. Справа — для сглаживания сцены использовался буфер накопления; рендеринг выполнялся несколько раз, и каждый раз осуществлялось «дрожание» менее чем на пиксел, затем изображения собирались вместе и делалось усреднение. См. главу 10.



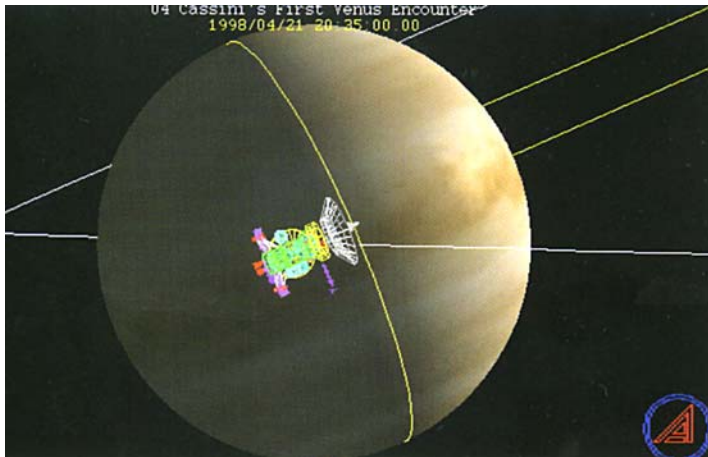
**Рис. 23.** Увеличенный фрагмент предыдущей сцены. На левом изображении видны неровные, зазубренные края. На рисунке справа края размыты, то есть сглажены, и поэтому ступенчатость не так бросается в глаза. См. главу 10.



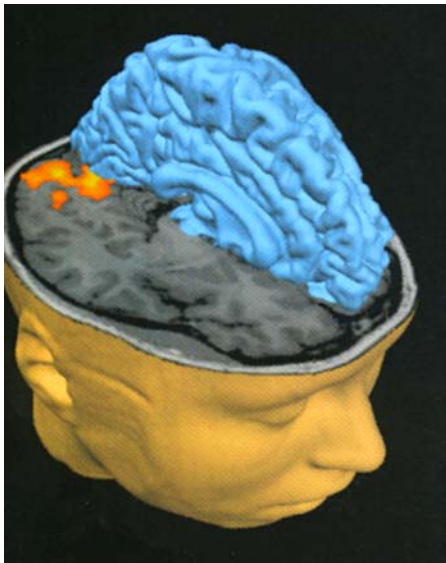
**Рис. 24.** «Архитектурный» рендеринг на основе OpenGL.  
Представленная VRML-сцена получена посредством наложения текстур (см. главу 9) с целью управления освещенностью и буфером трафарета.



**Рис. 25.** Представлено изображение промышленного образца. Для улучшения светового решения использовалось наложение окружения. См. главу 9.



**Рис. 26.** «Научное» воспроизведение межпланетного зонда «Кассини» после его первого «рандеву» с Венерой.

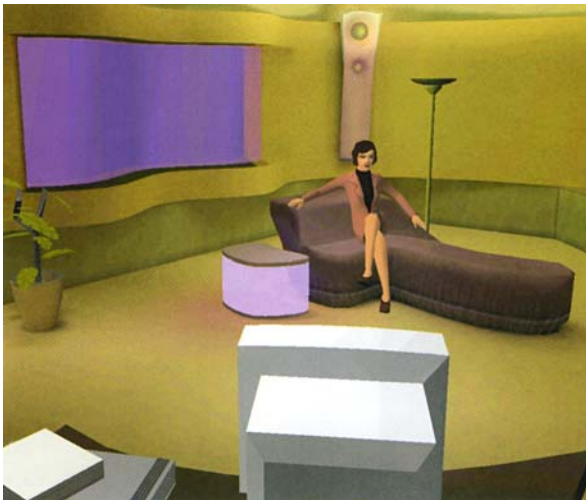


**Рис. 27.** Пример основан на срезах, получаемых при исследованиях головного мозга с помощью магнитной резонансной томографии.

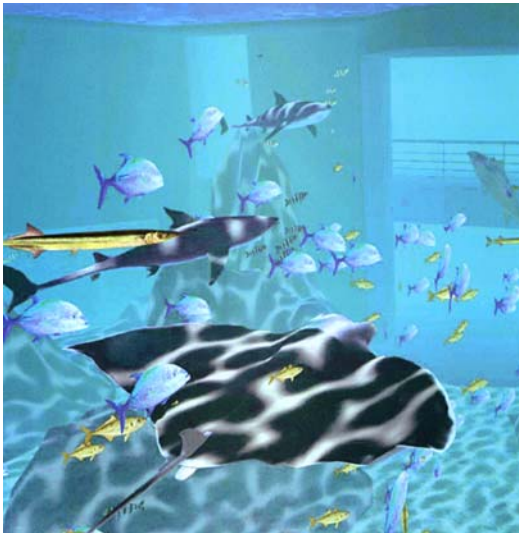




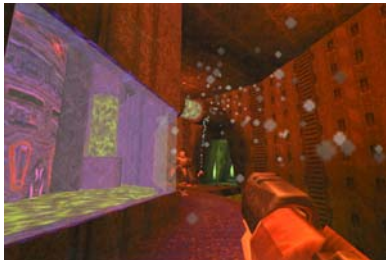
**Рис. 28.** Наложение текстур на примере проектора. См. главу 9.



**Рис. 29.** Придание оттенка искусственности. Дополнительная освещенность получена за счет наложения текстур.



**Рис. 30.** Изображение виртуального океанариума. Эффект подводного мира достигнут с помощью наложения текстур и тумана. См. главу 6.



**Рис. 31** и **Рис. 32.** Экранные снимки из Quake II и Quake III Arena. В обоих случаях для генерации обстановки использовалась библиотека OpenGL. Для повышения качества изображения было применено множественное наложение текстур. Также обратите внимание, что дополнительный реализм сцене придают туман и альфа-смешивание.