

Плаксин Андрей
Лобанов Алексей

mental ray / iray

Мастерство визуализации в Autodesk 3ds Max



www.mentalraybook.pro
www.dmk-press.ru



**mental ray/iray.
Мастерство
визуализации в
Autodesk 3ds Max**

Плаксин А.А.



УДК 721.01:004.92Mental Ray
ББК 38.7-02с515
ПЗ7

Плаксин А. А., Лобанов А. В.

ПЗ7 Mental ray/iray. Мастерство визуализации в Autodesk 3ds Max – М.: ДМК Пресс, 2012. – 258 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-645-4

Книга посвящена архитектурной визуализации в Autodesk 3ds Max и программе рендеринга mental ray. Она поможет максимально быстро и эффективно воссоздать фотореалистичную 3D-визуализацию будущего проекта интерьера или здания. Вкратце описана теория света, фотометрические источники света и система дневного освещения, настройка экспозиции. Уделено внимание функции Arch & Design материала, его физическим свойствам с большим количеством иллюстраций и примеров; приведена конвертация материалов из одного типа в другой (v-ray в материалы mental ray и др.). Помимо mental ray описан рендерер iray и его возможности.

Издание предназначено для всех любителей трехмерной графики, работающих в системе Autodesk 3ds Max, а также будет полезна профессионалам 3D-индустрии, активно использующих mental ray в своей работе.

УДК 721.01:004.92Mental Ray
ББК 38.7-02с515

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-645-4

© Плаксин А.А., 2012
© Оформление, ДМК Пресс, 2012



Содержание

Введение	8
От авторов	8
Благодарности	10
Кому адресована эта книга	10
Структура книги	11
Оборудование и программное обеспечение	12
Операционная система	12
Оборудование	13
Глава 1	14
Что представляют собой mental ray и iray ?	14
Что такое трассировка лучей?	16
Отражение и преломление	16
Настройка пользовательского интерфейса (UI)	17
Использование папок проекта	19
Конфигурация путей доступа к текстурным картам	20
Пути к текстурным картам сцены	21
Использование инструмента Asset Tracking	22
Настройка единиц измерения	24
Понятие и настройка гаммы	24
Буфер кадров и статистика рендеринга	28
Установка размера изображения	28
Окно сообщений mental ray	30
NVIDIA iray Renderer	31
Оборудование для визуализации рендерером iray	33
Пользовательский интерфейс NVIDIA iray	38
Преимущества и недостатки	41
Интерактивный рендеринг iray Active Shade	43

Глава 2	47
Теория света.....	47
Затухание.....	47
Прямой и отраженный свет.....	48
Температурная шкала Кельвина.....	49
Баланс белого.....	49
Разновидности теней.....	50
Тени, действующие на расстоянии.....	50
Управление экспозицией.....	51
Общие понятия камеры.....	51
Связь Поля зрения и Перспективы.....	52
Вывод изображений. LDR и HDR.....	53
Photographic Exposure Control.....	54
Интерфейс mr Photographic Exposure Control.....	55
Exposure (Экспозиция).....	56
Image Control (Регулировка изображения).....	57
Источники света в mental ray.....	62
Виды источников света.....	63
Фотометрические источники света.....	63
Профили источников света.....	64
Интерфейс фотометрических источников света.....	64
General Parameters (Основные параметры).....	64
Intensity/Color/Attenuation (Интенсивность/Цвет/Ослабление).....	71
Shape/Area Shadows (Форма/«Пространственные» тени).....	78
Формирование теней.....	80
Тени типа Ray Traced Shadows.....	81
Тени типа mental ray Shadow Map.....	82
Система дневного освещения.....	84
Географическое положение и время.....	89
Источники дневного освещения в mental ray.....	90
mr Sky Parameters (Параметры mr Sky).....	90
mr Sun Basic Parameters (Основные параметры mr Sun).....	94
Шейдер окружающей среды mr Physical Sky.....	96
mr Skylight Portal Parameters (Параметры mr Skylight Portal).....	99
Поддерживаемые параметры источников света iray.....	102

Глава 3	104
Шейдеры и материалы.....	104
Материалы библиотеки Autodesk (Autodesk Materials)	104
Обзор Slate Material Editor.....	106
Текстурные и процедурные карты.....	108
Параметрические карты Substance	109
Arch & Design-материал.....	110
Сохранение энергии.....	112
Прозрачность: полнотелый против тонкостенного	113
Интерфейс Arch & Design-материала	114
Main Material Parameters (Основные параметры материала) ...	114
Как отражение зависит от угла обзора?.....	122
BRDF (BRDF)	123
Fast Glossy Interpolation (Ускоренная глянцевая интерполяция).....	125
Advanced Rendering Options (Дополнительные опции рендеринга).....	130
Self Illumination (Glow) (Самосвечение (Сияние)).....	139
Special Effects (Особые эффекты).....	142
Special Purpose Maps (Карты особого назначения).....	149
Дополнительные инструменты для работы с материалами....	151
Опция Material Override	151
Конвертация существующих материалов в материалы Arch & Design	152
Поддерживаемые шейдеры рендерером iray.....	154
Материал Arch & Design	154
Текстурные карты	156
Глава 4	158
Рендеринг	158
Введение в сэмплинг	159
Antialiasing (Сглаживание и контроль качества).....	160
Sampling Quality (Качество сэмплинга)	160
Адаптивный сэмплинг	162
Уравновешивание числа сэмплов и порогового контраста	166

Диагностика сэмплинга	172
Освещение отраженным светом.....	174
Цвет и его поглощение	175
Caustics and Global Illumination (GI) (Каустика и Глобальное освещение)	176
Каустика	176
Глобальное освещение	180
Индивидуальная настройка фотонов	188
Шейдеры фотонов	189
Использование фотонных карт	189
Диагностика фотонов	191
Совместное использование алгоритмов Global Illumination + Final Gather	193
Заключительные соображения.....	193
Final Gather (Окончательный сбор)	194
Основные параметры управления Final Gather	196
Дополнительные параметры управления Final Gather.....	200
Индивидуальная настройка Final Gather для отдельных объектов.....	204
Использование карт Final Gather	205
Диагностика Final Gather	207
Оптимизация процесса рендеринга	208
Визуализация и трассировка лучей.....	208
Алгоритмы трассировки лучей	208
Диагностика и точная настройка алгоритма BSP.....	212
Использование оперативной памяти	216
Текстуры-заместители (Bitmap Proxies).....	220
Объекты-заместители (mr Proxy Object)	221
Глава 5	228
Постэффекты	228
Глубина резкости (Depth of Field)	228
Интерфейс шейдера Depth of Field/Bokeh	230
Bokeh (Blur Shape) Parameters (Параметры боке).....	232
Настройка глубины резкости для каждой камеры	233
Настройка глубины резкости для перспективного вида	235

Дисторсия (шейдер Distortion)	235
Световая аура (шейдер Glare)	238
Создание панорамы (шейдер Wrap Around)	240
Размытие в движении (Motion Blur)	242
Шейдер HDR Image Motion Blur	245
Пиксельная карта скоростей (Velocity map)	247
Рендеринг по слоям-элементам (Render Elements)	249
Комбинация слоев-элементов рендеринга mental ray	253
Заключение	255



Введение

От авторов

Андрей Плаксин (в сети известный как *Scionik*) – специалист по визуализации.

«Приветствую вас, дорогие читатели! Хочу немного рассказать о себе и об идее написания книги...

Я родился и вырос в Киргизии, в городе Фрунзе (теперь это город Бишкек). В Москву перебрался не так давно, в 2008 году. Работаю в архитектурной дизайн-студии, а также занимаюсь фрилансом. Основная моя работа заключается в визуализации интерьеров для студии, в которой работаю. Также являюсь активистом сообщества пользователей Autodesk. Мои рабочие инструменты – это 3ds Max Design, интегрированный в него рендерер mental ray, несколько скриптов для 3ds Max Design, ну и, само собой, Photoshop – для обработки рендеров. Раньше я использовал V-Ray в качестве рендера в своей работе, а в апреле 2009 года решил немного изменить инструментарий и попробовать mental ray. По сей день пользуюсь им для рендеринга проектов.

Когда начал изучать mental ray, переделывая проекты с V-ray, возникли некоторые трудности. Я даже купил книжку, прочитал ее за пару дней, кое-что усвоил, но в целом она показалась очень простой и не настолько информативной, как хотелось бы. Как оказалось, она для пользователей, которые совсем не знают, что такое рендеринг. В сети купил пару книг зарубежных авторов; хорошие книги, но все же на английском языке. Было некоторое разочарование – почему же нет хорошей книги по архитектурной визуализации в mental ray среднего уровня пользователя на русском языке?

Идея написания книги, которую вы уже читаете, возникла в один из дней, когда я в своем Живом журнале (scionik.livejournal.com) делал очередную запись по освоению mental ray. Прикинув, что у меня уже есть опыт работы с mental ray, есть понимание процесса визуализации, есть желание делиться опытом с людьми... Есть люди, которые действительно хотят освоить mental ray, но не знают, с чего начать, с какого сайта, статьи, книги. Повторюсь, на русском языке довольно-таки мало информации. Вот тут-то и родилась идея написать книгу.

Такую, которую бы я сам с удовольствием прочитал от корки до корки. Преподнести материал так, чтобы получилось нечто среднее между руководством пользователя и справочной документацией. Чтобы были четкие описания тех или иных параметров и настроек и в то же время было раскрыто их взаимодействие, как один параметр влияет на другой и что в результате получится с третьим.

После начала написания книги были попытки бросить это дело, так как в теории все казалось легко – описать пару функций, сделать несколько скриншотов, но не тут-то было. Чем больше я писал, тем больше понимал, что это займет очень и очень много времени и сил, немного поразмыслив, решил прибегнуть к помощи друзей и коллег. Всем им отдельная благодарность!

Очень надеюсь, что вы не пожалеете о потраченном времени на изучение mental ray, руководствуясь материалами этой книги».

Алексей Лобанов – архитектор, специалист по визуализации.

«Я достаточно давно занимаюсь не только архитектурой и 3D-графикой, но и обучением и внедрением систем автоматизированного проектирования. За это время я успел понять, что важно не столько знание функционала программного продукта, сколько понимание того, как происходит работа в этом продукте, какие методики работы используются при этом пользователем. Книги, описывающие функционал, нередко выдаются за практические руководства, хотя являются просто справочниками по конкретной версии программы. А книги, которые могли бы всегда служить источником практических знаний, не устаревать и быть актуальными даже при появлении новых версий программных продуктов, крайне мало вообще и по системе рендеринга mental ray в частности. Это определило мое согласие на предложение Андрея Плаксина внести собственный вклад в создание такой книги.

Мое первое знакомство с 3D-графикой началось еще 15 лет назад, и не совсем стандартным способом. Помимо архитектуры, мне было интересно программирование, и логичным следствием этого было желание написать собственный 3D-движок. Тогда не было видеокарт с аппаратной поддержкой трехмерной графики, и мой первый движок был очень простым и использовал ресурсы центрального процессора. Дальше были движки на OpenGL и Direct3D с использованием возможностей видеокарт, работа в игровой индустрии (моделлер и программист спецэффектов), затем я посвятил себя в большей мере архитектуре, 3D-визуализации и фотографии (как крайне интерес-

ной и полезной части архитектурной визуализации, которая переросла в отдельное хобби). Работал с разной степенью погружения во многих 3D-пакетах: Maya, Softimage, 3ds Max, Houdini, Cinema4D, – и с разными программами рендеринга: V-ray, mental ray, RenderMan, Maxwell, FryRender, – так как мне всегда было интересно разрабатывать, придумывать методики, подходы в работе как в конкретных программах, так и общие, независимо от конкретных программных продуктов.

Я буду очень рад, если эта книга поможет вам лучше понять механизм архитектурной визуализации».

Благодарности

Хочу поблагодарить Михаила Никитина (*Mikinik*), Галину Власову (*Nightt*), Викторию Шпак (*Siamochka*) за их советы по адаптации материала.

Особую благодарность хочу выразить своему лучшему другу Дмитрию Зимовцу за его помощь в переводе с английского языка на русский бесчисленного количества статей и справочной документации. За рекомендации по оформлению глав книги. А также за поддержку во все время написания книги.

Дмитрию Чехлову (*dimson3d*) выражаю благодарность за разрешение использования его онлайн-публикаций при написании книги и за помощь при написании отдельных параграфов глав.

Также хочется поблагодарить сообщество пользователей Autodesk, а именно Илью Глуханюка, Артура Куракова, Алексея Борисова, Никиту Тюкова, за их рекомендации и поддержку.

Спасибо компании Autodesk за предоставленные справочную информацию и некоторые иллюстрации.

Кому адресована эта книга

Одним из наиболее востребованных видов работ в дизайн-студии является визуализация проекта. И это неудивительно, учитывая, сколько времени и денег экономится на подборе цветов и материалов.

Овладеть искусством и техникой создания фотореалистичной визуализации можно по-разному. Тем читателям, которые предпочитают систематический подход, рекомендую читать книгу от начала до

конца, по порядку, а также ознакомиться со всеми иллюстрациями (включая иллюстрации в высоком качестве на экране монитора). А тем, кто предпочитает учиться интенсивно или слишком нетерпелив, чтобы прочитать книгу целиком, советую рассмотреть для начала иллюстрации и прочитать подписи к ним. Или те главы, в которых описываются инструменты и техники, которые вы хотите изучить наиболее подробно.

В этой книге есть сведения, которые редко встречаются в справочной документации, эти сведения гораздо важнее, чем может показаться на первый взгляд.

Книга ориентирована на дизайнеров и архитекторов, работающих с дизайном интерьеров и имеющих некоторый опыт работы с 3ds Max или 3ds Max Design. Книга будет полезна тем, кто уже имеет опыт в области архитектурной визуализации и хочет расширить свои знания в этом направлении.

В этой книге вы не найдете готовых решений и методик работы. Во-первых, это сделало бы книгу слишком объемной, а во-вторых, ее появление могло бы затянуться на неопределенный срок. Но вы подробно узнаете про назначение и суть параметров, алгоритмов работы mental ray в среде 3ds Max, узнаете про их возможности и увидите потенциал этих параметров для своей деятельности. С этим пониманием вы сможете сами для себя разработать необходимые методики работы, чтобы достигать наилучших результатов.

Описание функций mental ray будет как для 3ds Max, так и для версии 3ds Max Design, для простоты восприятия текста будет указан просто 3ds Max без слова *Design*.

Структура книги

Книга состоит из пяти глав, каждая из которых содержит разделы.

Первая глава включает основные сведения о трехмерной визуализации, введение в mental ray. Также в первой главе описан рендерер iray и его возможности. Помимо этого, в этой главе содержится полезная информация о настройке пользовательского интерфейса 3ds Max и его адаптации под рендерер mental ray и iray.

Во второй главе описаны теория света, фотометрические источники света и системы дневного освещения, типы карт теней. В конце главы рассказано о настройке экспозиции и работе с файлами изображений высокого цветового диапазона.

Третья глава посвящена материалам и их физическим свойствам как в реальном мире, так и в 3ds Max. В этой же главе описана конвертация материалов из одного типа в другой, например конвертация материалов v-гау в материалы mental ray.

Четвертая глава посвящена непосредственно процессу рендеринга, сэмплирования и типам фильтрации конечного изображения. В этой же главе описаны глобальное освещение, Final Gather, фотонные карты и каустика. Также в этой главе приведены сведения об использовании оперативной памяти и ее оптимизации при рендеринге. Здесь же рассказано о трассировке лучей.

Ну и наконец, пятая глава содержит описание постобработки. Создание и использование рендер-элементов и постэффектов, а также другие полезные опции и инструменты.

Некоторые мысли и рекомендации в книге намеренно описаны простым, бытовым языком для более полного и простого объяснения материала, в отличие от описания параметров, которые в большинстве своем имеют технический уклон.

В книге очень много иллюстраций, демонстрирующих те или иные параметры как отдельно взятых, так и взаимодействующих параметров. Особое внимание уделено цвету и цветопередаче, но в связи с ограничениями печатного издания необходимо скачать все оригиналы иллюстраций по адресу в Интернете <http://www.mentalraybook.pro/pics/alpha.zip> (архив 75 Мб). Все рисунки находятся в папках соответствующих глав, с соответствующими номерами и кратким пояснением.

Оборудование и программное обеспечение

Вы можете использовать как 32-разрядное, так и 64-разрядное программное обеспечение. Основную разницу между ними составляет использование оперативной памяти. Рекомендуется использовать 64-разрядное программное обеспечение. Ниже приведены официальные требования к оборудованию и программному обеспечению компьютера компанией Autodesk.

Операционная система

Для 3ds Max / Design 2013 и выше рекомендуется Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Windows Vista Business (SP2 или выше). Microsoft Windows XP больше не поддерживается.

Оборудование

В основном для анимации и рендеринга (менее 1000 объектов или 100 000 полигонов):

- Intel или AMD процессоры с технологией SSE2;
- от 4 Гб оперативной памяти (RAM);
- 3 Гб свободного места на жестком диске и 4 Гб файл подкачки;
- Direct3D 10, Direct3D 9 или OpenGL-совместимые карты (256 Мб или с большим количеством памяти, рекомендуется 1 Гб или больше).

Для сложных сцен с большим количеством (более чем 1000 объектов или 100 000 полигонов):

- Intel- или AMD-процессоры с технологией SSE2;
- от 8 Гб оперативной памяти (RAM);
- 3 Гб свободного места на жестком диске и 8 Гб файл подкачки;
- Direct3D 10, Direct3D 9 или OpenGL-совместимые карты (1 Гб или больше).



Глава

1

Что представляют собой *mental ray* и *iray*?

Основное назначение *mental ray* состоит в формировании фотореалистичных изображений – процессе, который требует сложных расчетов с использованием физических законов для имитации поведения света и его взаимодействия с поверхностями. Также *mental ray* можно использовать и для нефотореалистичной контурной визуализации.

Средство визуализации *mental ray* состоит из обширного ряда специальных инструментов, разработанных немецкой фирмой *mental images* (основана в 1984, с 2011 года *mental images* полностью объединилась с *NVIDIA*). Книга, которую вы держите в руках, посвящена обзору этих инструментов и взаимодействию их между собой и *3ds Max*.

mental ray является независимым рендерером (*рендерер* – программа визуализации), в котором реализована возможность создания собственной библиотеки алгоритмов расчета изображения – шейдеров (*шейдер* – маленький кусочек алгоритма, отвечающий за определенную часть расчета изображения). Эти шейдеры программа использует для расчета трехмерной сцены, которая описывается в комплексе (геометрическую форму, материалы, камеры, свет) с помощью собственного языка описания сцен в формате *mental images* (.mi). Это описание представляет собой текстовый файл, который

должен быть подготовлен заранее. Для его создания mental ray не имеет собственного интерфейса.

Однако mental ray в 3ds Max является интегрированным рендерером с удобным пользовательским интерфейсом. Поэтому нам не обязательно знать язык описания сцен. Во время рендеринга 3ds Max сам создаст файл описания сцены, превратит материалы, источники света и настройки просчета в необходимые шейдеры и запустит процесс просчета в mental ray. Этот процесс преобразования сцены еще называется трансляцией. Трансляция является связующим звеном между 3ds Max и mental ray.



Рис. 1.1. Примеры визуализации, сделанные в 3ds Max с помощью рендерера mental ray

Рендеринг/визуализация – это процесс *растрирования* трехмерной векторной графики в пиксельную двумерную графику для формирования растрового изображения. Под растрированием понимается процесс преобразования векторных данных в двумерные невекторные данные подобно тому, как это обычно делается при экспорте векторной графики в формате растровых изображений.

Что такое трассировка лучей?

Ключевым алгоритмом, необходимым для просчета изображения, является трассировка лучей. Она выполняется одной из самых первых в начале просчета. Трассировка лучей – это процесс прослеживания путей от заданной точки в сцене и оценки влияния на эту точку материала других точек из трехмерного окружения. Результатом является измененный цвет анализируемой точки. Таким образом, можно просчитать тени, отражения, преломления и прямую освещенность объектов.

Существуют два метода трассировки лучей: *прямая трассировка лучей* – это когда лучи испускаются из источников света; и *обратная трассировка лучей* – когда испускаются из камеры.

Рассмотрим далее свойства трассировки лучей, руководствуясь рис. 1.2.

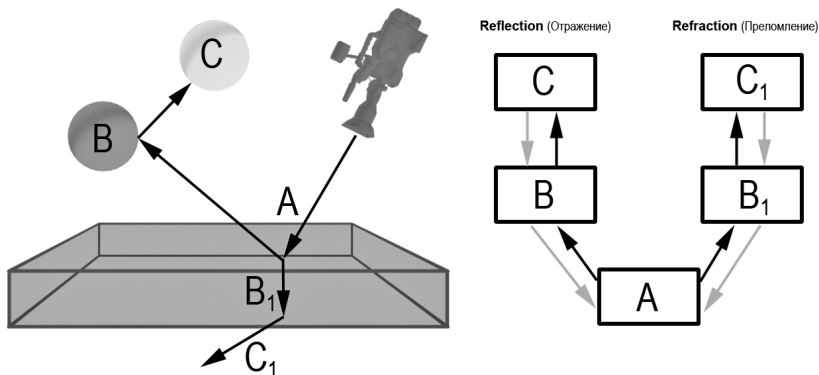


Рис. 1.2. Процесс трассировки лучей

Отражение и преломление

Как показано на рис. 1.2, когда луч исходит из камеры, он сначала оценивается в точке A, которая является выборочной точкой. Следовательно, в точке A определяются свойства поверхности, исходя из

параметров настройки материала. Так, если поверхность отражает, преломляет свет или же делает и то, и другое, то определяется, требуется ли отклонить луч, а значит, направить в сцену вторичный луч, чтобы обнаружить объекты, оказывающие дополнительное влияние.

Если предположить, что в точке *A* происходит отражение, то вторичный луч следует направить в точку *B*. Когда этот луч достигнет точки *B*, процесс определения свойств поверхности будет происходить на этот раз в точке *B*. Если в точке *B* отражение не происходит, то в результате простых расчетов возвращается значение цвета для последующих расчетов в точке *A*. Но если в точке *B* отражение происходит, то дополнительный луч направляется, например, в точку *C*, и затем начинается еще один расчет для точки *C*. Таким образом, из точки *C* возвращается значение цвета отражения для точки *B*, а отсюда – для точки *A*, как это показано на блок-схеме, приведенной справа на рисунке, где черными стрелками обозначены лучи, испускаемые в сцену, а серыми стрелками – возвращаемые значения цвета.

Как показано на рисунке, угол падения равен углу отражения, что означает: для воссоздания отражений в *mental ray* требуется изменить путь прохождения луча, чтобы он проследовал на сцене точно по пути зеркального отражения и затем возвратил точные значения цвета отражения.

Если поверхность в точке *A* преломляет свет (показатель ее преломления больше 1,0), то преломленный луч направляется по пути к точке *B1*, расположенной в нижней части преломляющего объема. В точке *B1* производится очередной расчет для определения цвета, возвращаемого в точку *A*, где затем определяются свойства поверхности аналогично тому, как это делается при отражении в точке *B*. Если преломление продолжается далее, то из преломляющего объема исходит дополнительный луч, который направляется в гипотетическую точку *C1*. Как и отраженные лучи, в результате расчетов преломленные лучи следуют правдоподобными путями, изменяя свое направление по законам физики.

Настройка пользовательского интерфейса (UI)

Прежде чем начать, должным образом подготовим интерфейс 3ds Max и среду для работы со сценой и рендером.

В 3ds Max, начиная с версии 2009, mental ray является рендерером, установленным по умолчанию вместе с Arch & Design-материалами, а также библиотекой материалов Autodesk. Если ваш проект был сделан с использованием других рендер-систем, то вам необходимо вручную активировать рендерер mental ray. Во второй главе будет рассмотрен пример автоматической конвертации материалов в материалы Arch & Design.

Для того чтобы выбрать mental ray как программу рендерера, нажмите **F10** и в открывшемся диалоговом окне назначьте систему рендерера mental ray, как показано на рис. 1.3.

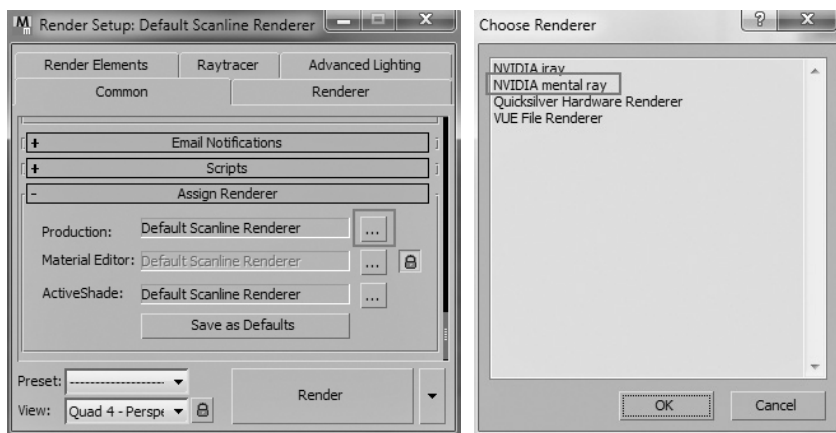


Рис. 1.3. Установка mental ray как программы рендерера

Нажмите на кнопку **Save as Default** (Сохранить по умолчанию), чтобы сделать mental ray рендерером по умолчанию для всех новых сцен.

В 3ds Max можно настроить пользовательский интерфейс для более удобной работы с mental ray, который устанавливается в диалоговом окне, указанном на рис. 1.4.

Зайдите в меню **Customize** ⇒ **Custom UI And Defaults Switchers** (Настройка ⇒ Настроить UI и переключатели по умолчанию). Выберите опцию **DesignVIZ.mentalray**, как показано на рис. 1.4. Затем нажмите кнопку **Set** (Установить).

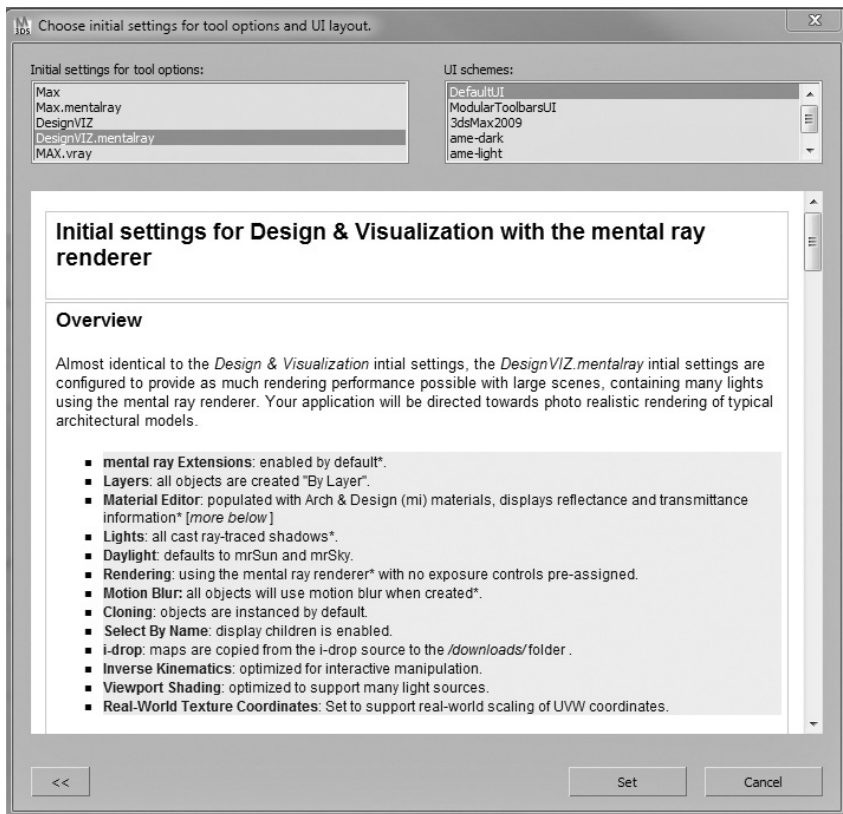


Рис. 1.4. Настройка mental ray

Использование папок проекта

Начиная с 3ds Max 9 появилось понятие **Project Folder** (Папка проекта). Программа автоматически создает папку проекта и работает в рамках текущего проекта. По умолчанию это папка 3ds Max, расположенная в папке **My documents** (Мои документы) текущего пользователя. В папке проекта автоматически создаются дополнительные папки, в которых хранятся сцены, текстуры, резервные копии сцен и т. д.

Мы можем установить **Project Folder** (Папку проекта) где угодно на локальном или сетевом диске. Чтобы установить папку проек-

та, нажмите на кнопку **Application Button** ⇒ **Manage** ⇒ **Set Project Button** (Кнопка программы ⇒ Управление ⇒ Установить папку проекта), как показано на рис. 1.5. Откроется диалоговое окно, где необходимо указать папку для нашего проекта. После указания папки проекта в ней создадутся дополнительные папки для хранения элементов проекта.

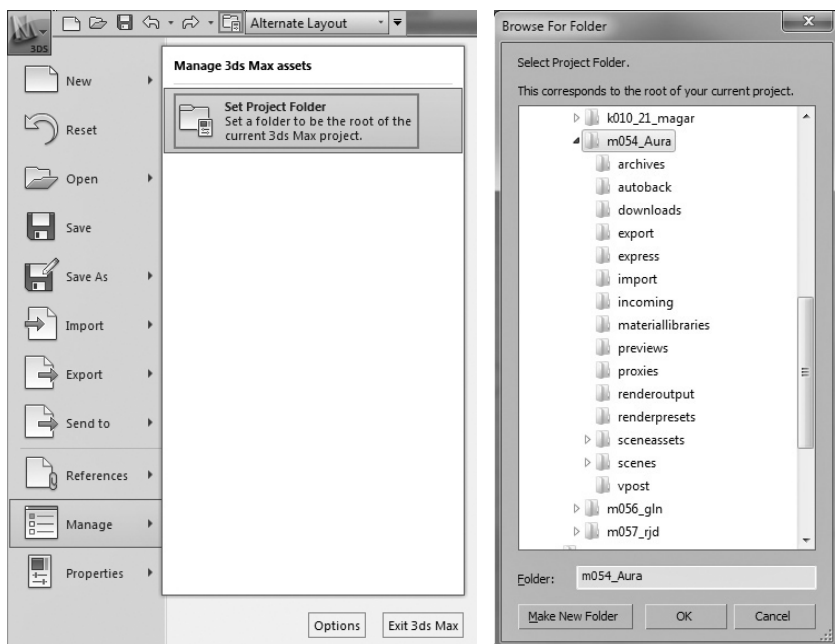


Рис. 1.5. Установка папки проекта

Для разных проектов лучше всего использовать разные *Project Folder*, переключение между ними осуществляется точно так же, как и указание нового проекта.

Конфигурация путей доступа к текстурным картам

Помимо стандартных путей к папкам проекта и путей к текстурным картам, мы можем задать дополнительные пути или изменить существующие.

Для изменения стандартных путей доступа к файлам 3ds Max выберите команду меню **Customize** ⇒ **Configure User Paths** (Настройка ⇒ Настройка пользовательских путей).

Появится окно диалога **Configure User Paths** (Настройка пользовательских путей), как показано на рис. 1.6.

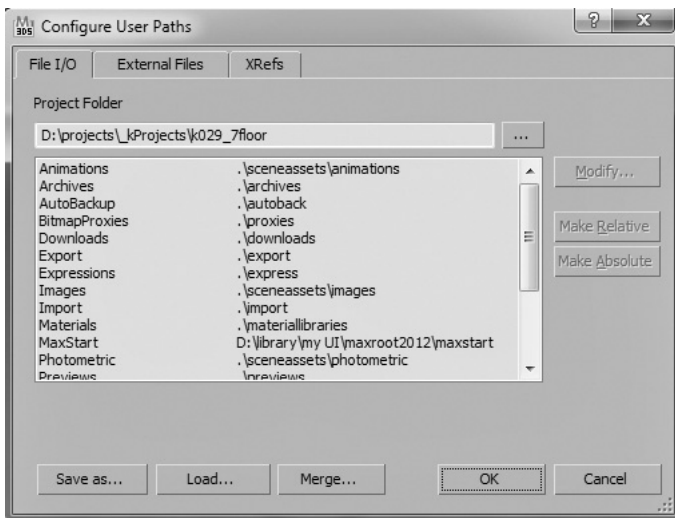


Рис. 1.6. Диалоговое окно настройки пользовательских путей

На вкладке **External Files** (Внешние файлы) мы можем указать пути к папкам текстурных карт, там же можем указать пути к папкам с файлами фотометрических шаблонов источников света.

Пути к текстурным картам сцены

Чтобы избежать появления сообщений **Missing Map Files** (Потеря файлов текстурных карт) при загрузке сцены, укажите на вкладке **External Files** (Внешние файлы) окна диалога **Configure User Paths** (Конфигурация пользовательских путей) пути доступа ко всем возможным папкам, в которых хранятся текстурные карты и фотометрические данные (рис. 1.7).

Если вы обратили внимание, что перед рендерингом идет задержка, проверьте пути файлов текстур. Использование прямых путей к файлам позволяет 3ds Max приступать к рендерингу незамедлительно, не прибегая к поиску необходимых текстур.

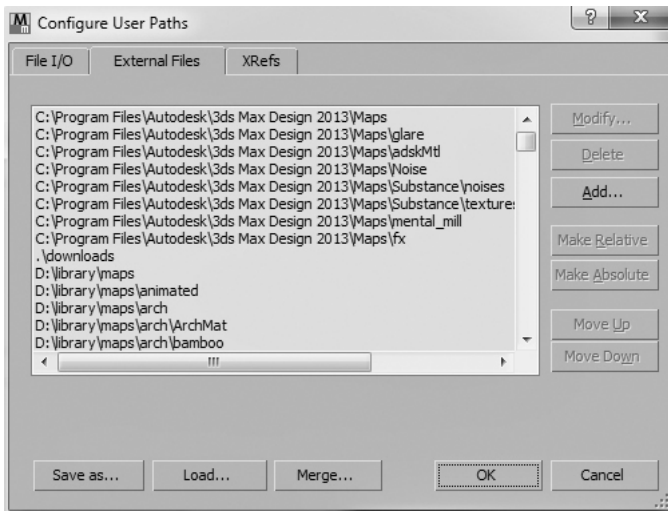


Рис. 1.7. Диалоговое окно указания пользовательских путей

Использование инструмента Asset Tracking

Инструмент **Asset Tracking**, показанный на рис. 1.8, наиболее удобен для контроля путей к фотометрическим шаблонам (*.ies файлам) и текстурным картам, также с помощью **Asset Tracking** можно указывать пути к внешним сценам, *XRef* и *Containers*. **Asset Tracking** полностью совместим с **Autodesk Vault** (данное приложение не рассматривается в рамках нашей книги).

На рис. 1.9 показано контекстное меню, вызываемое щелчком правой кнопки мыши по имени файла в списке. Рассмотрим наиболее важные для нас пункты:

- **Set Path** (Указать путь) – этот пункт открывает диалоговое окно, в котором можно указать путь к файлу;
- **Strip Path** (Стирает путь) – необходимо в том случае, если путь к файлу указан неверный);
- **Browse** (Обозреватель) – позволяет выбрать файл в окне обозревателя файлов.

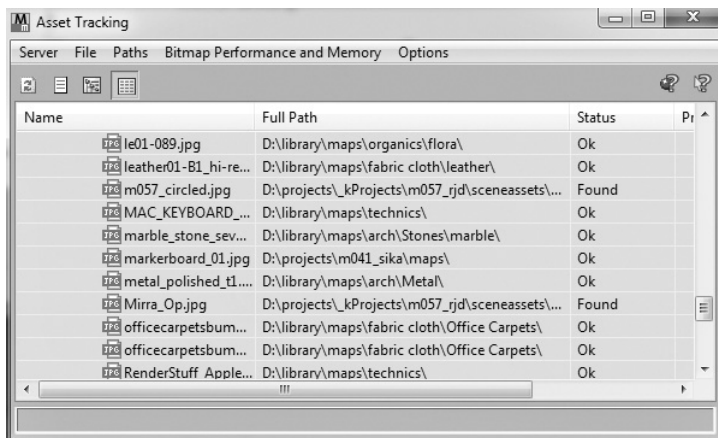
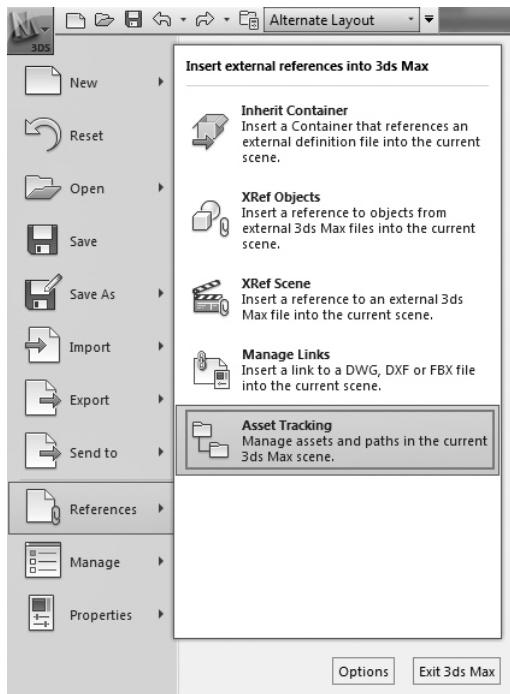


Рис. 1.8. Доступ к **Asset Tracking**

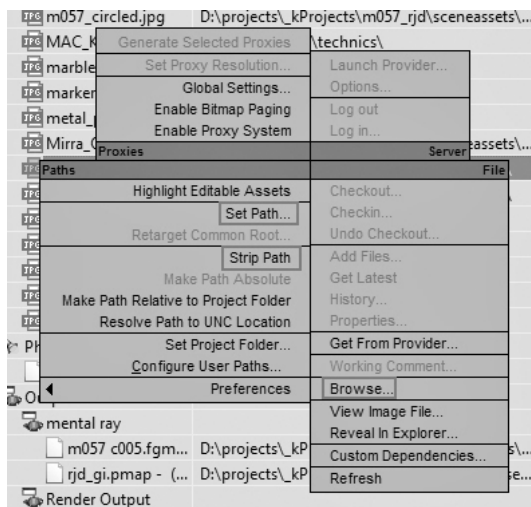


Рис. 1.9. Контекстное меню окна
Asset Tracking

Настройка единиц измерения

Единицы измерения – основа правильного определения размеров и расстояний в 3ds Max. Одна из первоочередных задач перед началом моделирования – это выбор системы единиц измерения. Выбор единиц измерения определяет цену деления измерительной шкалы (см, мм, дюймы, футы и т. д.). Для точного моделирования следует установить систему единиц измерения, соответствующую той модели, над которой ведется работа. Допустим, модель здания может измеряться в метрах, а дверная ручка – в миллиметрах.

Для установки системы единиц измерения выберите команду **Customize ⇒ Units Setup** (Настройка ⇒ Установка системы единиц). В открывшемся диалоговом окне, показанном на рис. 1.10, установите переключатель в **Metric** (Метрические) или в **US Standard** (Стандарт США).

Понятие и настройка гаммы

Наверное, вы уже замечали, что при физически корректной расстановке источников света результат общей освещенности получался не-

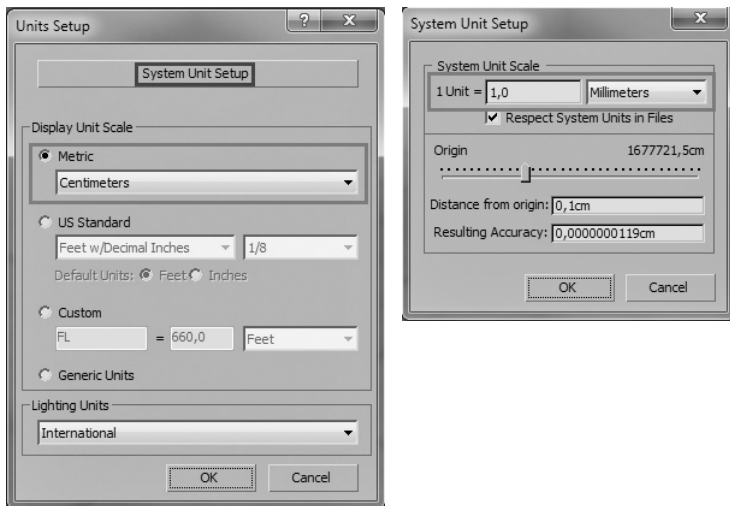


Рис. 1.10. Установка системы единиц измерения

правдоподобно темным. Особенно это заметно в углах и на теневых сторонах объектов.

Можно пытаться исправить это, просто увеличив яркость источников света. Такой подход принесет некоторое увеличение общей освещенности, но это приведет к *неправдоподобным* засвеченным областям возле источников света. То есть вместо недостатка освещен-



Рис 1.11. Гамма 1.0 недостаточное освещение (слева); избыточное освещение (справа)

ности на темных участках сцены получится избыток освещенности возле источников света.

Суть проблемы темных визуализированных изображений заключается в неодинаковых значениях гаммы у получаемого изображения и монитора, на котором его просматривают.

Gamma (Гамма) – это степень нелинейности цветового градиента от самого темного к самому светлому значению. С математической точки зрения линейной является гамма 1.0, она соответствует «идеальному» монитору, который имеет линейную зависимость отображения от белого цвета к черному. Так как таких мониторов не бывает, у реальных устройств гамма нелинейная.

Для современных мониторов значение гаммы обычно составляет от 1.6 до 2.2. Но для удобства принято считать, что нелинейность цветового градиента на всех мониторах равна 2.2. Поэтому в более новых версиях 3ds Max по умолчанию установлено значение гаммы 2.2.

Рассмотрим более наглядно влияние гаммы на яркость изображения на рис. 1.12.

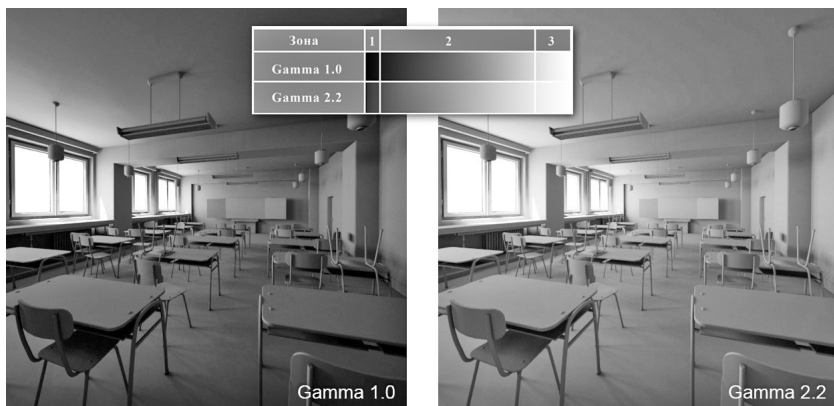


Рис. 1.12. Влияние гаммы на яркость изображения

Для того чтобы получить изображение в гамме, соответствующей монитору (например, Gamma 2.2), следует изменить гамму исходного изображения. Конечно же это можно сделать и в Adobe Photoshop, просто скорректировав гамму. Поднимая гамму в Adobe Photoshop, мы изменяем яркость тех участков, которые mental ray посчитал малозаметными и малозначимыми, уменьшив там качество подсчета.

Так, все нежелательные артефакты станут видимыми, и изображение будет выглядеть хуже, хотя и светлее, чем раньше. Кроме того, при этом гамма текстур тоже изменится, и они будут смотреться бледными и выцветшими.

В 3ds Max, начиная с 2013-й версии, гамма уже настроена по умолчанию. Пара слов об еще одной особенности работы в гамме, отличной от 1.0. Необходимо перевести режим отображения редактора материалов в гамму 2.2. На рис. 1.13 показана установка гаммы.

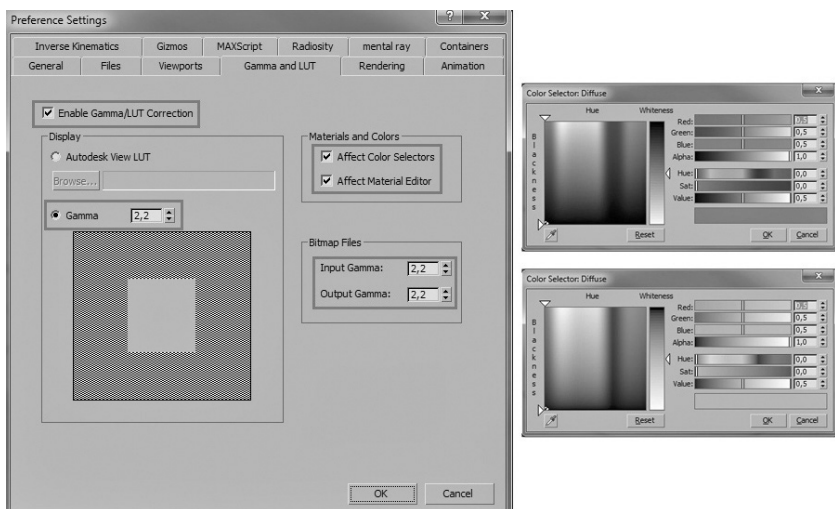


Рис 1.13. Настройка гаммы (слева); влияние гаммы на выбор цвета с гаммой 1.0 (справа сверху); с гаммой 2.2 (справа снизу)

Если вы хотите изменить настройки гаммы – выберите меню **Customize** ⇒ **Preferences** (Настройки ⇒ Установки). В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Gamma and LUT** и установите значения, указанные на рис. 1.14 диалогового окна, показанного слева.

Гамма 2.2 давно стала стандартной для многих 3d-специалистов, работающих в 3ds Max.



На заметку: если вы используете текстуры в картах **Warp**, **Normal** и **Displacement**, то следует установить гамму 1.0 в диалоговом окне загрузки текстурных карт (рис. 1.14). Это необходимо для установки линейной градации цветов, для правильного расчета карт смещений.

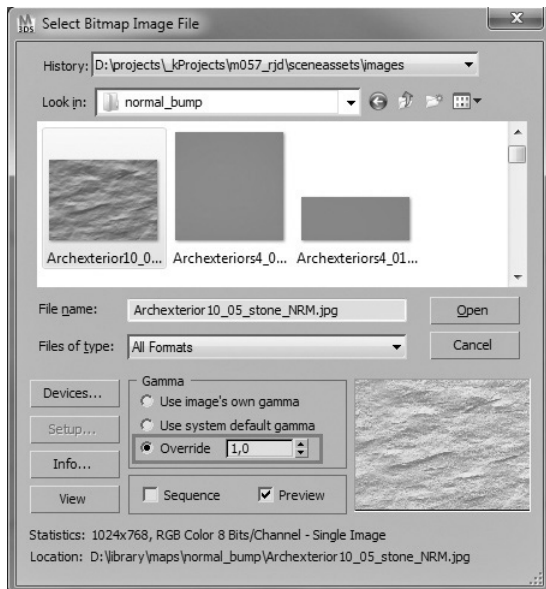


Рис. 1.14. Выборочная установка гаммы загружаемой текстурной карты

Буфер кадров и статистика рендеринга

Virtual Frame Buffer (VFB) (Буфер кадров). Виртуальный буфер кадров служит для отображения процесса визуализации и ее результата. Также он предоставляет возможность сохранить изображение в выбранный вами формат (рис. 1.15).

Установка размера изображения

В диалоговом окне настройки рендеринга на вкладке **Common** (Общие настройки) находятся опции из области **Output Size** (Выходной размер), определяющие пропорции и размер выходящего изображения, указываемого в пикселях. В выпадающем меню можно выбрать предустановки различных форматов изображений, нажав на одну из четырех кнопок с предустановленными размерами изображения.

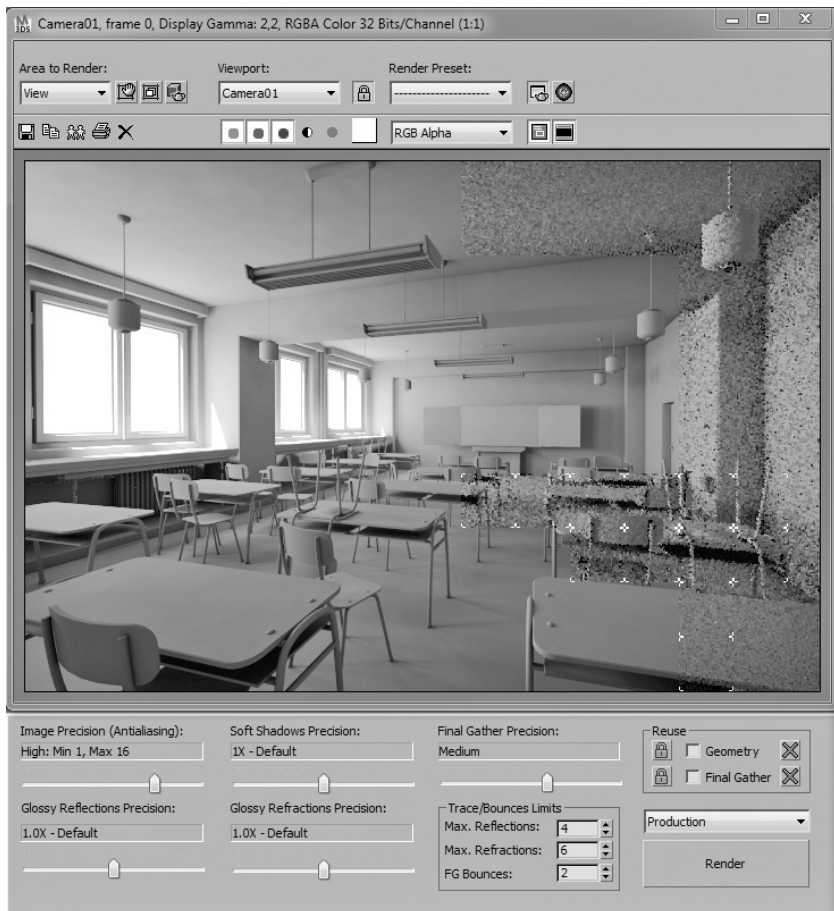


Рис. 1.15. Виртуальный буфер кадров (VFB)

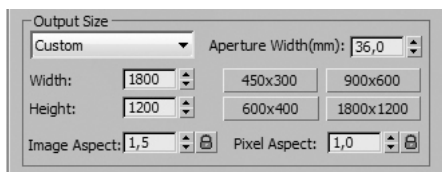


Рис. 1.16. Установка размера выходного изображения

Также можно указать размеры изображения вручную в полях **Width** (Ширина) и **Height** (Высота) в пикселях.

В 3ds Max существует специальный инструмент для установки размеров изображений для печати. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Print Size Assistant** (Визуализация ⇒ Установка печатного размера). В открывшемся диалоговом окне (рис. 1.17) выберите единицы измерения и размер печатаемого изображения. После того как все настроили, нажмите **Render** для начала процесса рендеринга.

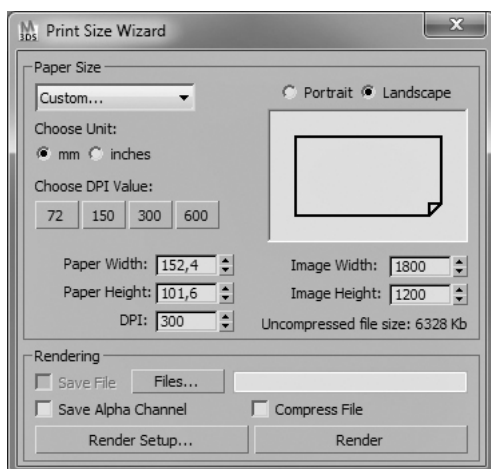


Рис. 1.17. Настройка размера изображения для печати

Окно сообщений mental ray

Для вывода информации о процессе рендеринга в mental ray существует специальное информационное окно **mental ray Messages window** (окно сообщений mental ray), в котором можно установить уровень подробностей вывода информации о текущем рендеринге.

Для открытия информационного окна выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Render Message Window** (Визуализация ⇒ окно сообщений рендерера).

В открывшемся окне mental ray Messages, как показано на рис. 1.18, нажав правой кнопкой мыши, из контекстного меню можно указать требуемый уровень подробностей и просмотреть результаты вывода (ход выполнения визуализации).

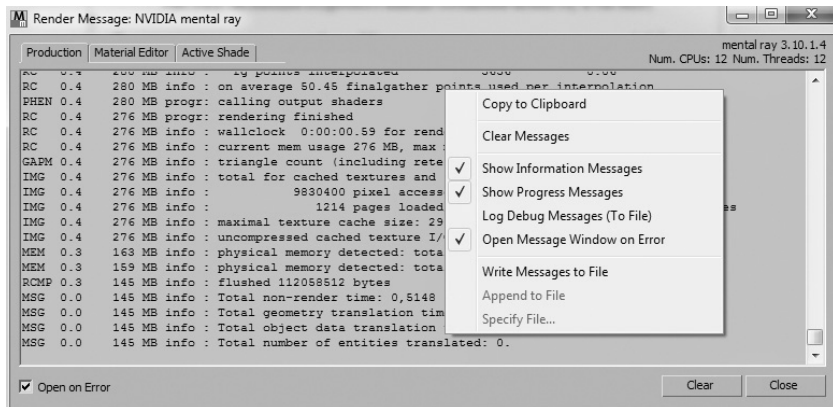


Рис. 1.18. Активация подробного вывода сообщений mental ray в 3ds Max

Уровни подробности вывода информации:

- **Show Information Message** (Отображать информационные сообщения) – при включении этой опции окно сообщений отображает общие информационные сведения о рендеринге;
- **Show Progress Message** (Отображать сообщения о ходе процесса) – отображает текущее выполнение задач;
- **Log Debug Messages** (Вести лог отладки) – записывает сообщения отладки в файл. Сообщения отладки никогда не отображаются в окне сообщения mental ray. Их можно прочесть из записанного файла лога;
- **Open Message Window on Error** (Открыть при ошибке) – при активации этой опции окно сообщений открывается только при обнаружении ошибок во время рендеринга. По умолчанию эта опция активна, что позволяет сразу обнаруживать ошибки рендеринга и принимать меры по их устранению.

NVIDIA Iray Renderer

Iray рендерер – это независимая программа визуализации, совместимая с mental ray, с некоторыми ограничениями. Iray может просчитывать изображение не только центральным процессором, но и с видеокартой на базе архитектуры CUDA.

Стоит отметить, что *iray* не является методом для получения предварительных изображений с их последующей финальной визуализацией в *mental ray*. Это совершенно иная, самостоятельная технология расчета освещения сцены для получения финальных изображений. Для этого в *iray* используется совершенно другой принцип просчета.

Основными превосходствами *iray* над *mental ray* являются: первое – отсутствие промежуточных или дополнительных этапов просчета (изображение получается сразу максимально проработанное), второе – самосветящиеся материалы, назначенные объектам сцены (Self-illumination). Этими самосветящимися объектами можно осветить всю сцену, не используя ни одного фотометрического источника света. И третье, наиболее важное преимущество – глянцевые полуматовые отражения, которые просчитываются очень быстро и с высоким качеством.

Для того чтобы выбрать *iray* как программу рендеринга для вашего проекта, выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Common** (Основные параметры), в свитке **Assign Renderer** (Назначить рендер) напротив **Production** (Итоговый) нажмите на кнопку с троеточием, как показано на рис. 1.19, и в открывшемся диалоговом окне назначьте систему рендера *iray*.

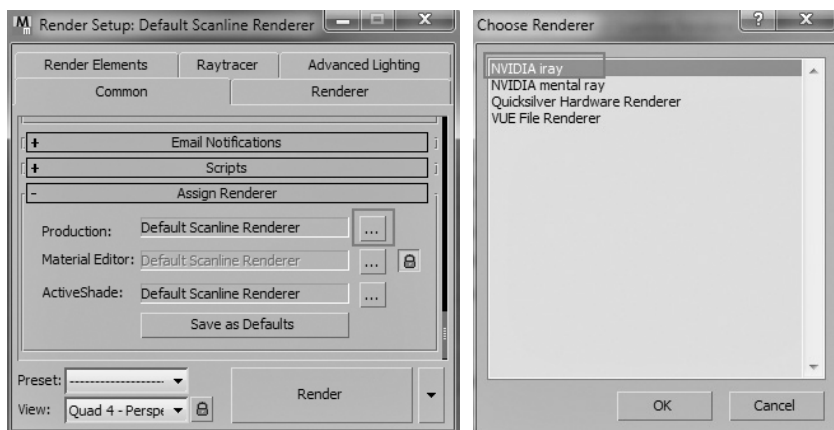


Рис. 1.19. Установка *iray* как программы рендера

Оборудование для визуализации рендерером iray

Первое, о чем стоит рассказать подробно, – это о вычислительной мощности GPU, по сравнению с CPU, и почему GPU выступает именно как ускоритель, а не как самостоятельное вычислительное устройство. Углубимся в детали строения графических процессоров.

Современные центральные процессоры от таких компаний, как Intel и AMD, обладают достаточно большой производительностью. Производительность достигается за счет количества вычислительных ядер и частоты процессора. Также немаловажную роль играет cache процессора, и чем он больше, тем лучше. Конечно, не стоит забывать, что центральные процессоры обладают множеством технологий, которые также повышают производительность в вычислениях.

К наиболее известным и хорошо разрекламированным технологиям можно отнести предлагаемые компанией Intel технологии *Hyper-Threading* и *Turbo Boost*.

Первая позволяет распределить процессы с помощью обработки двух потоков каждым физическим ядром (реализация логических процессоров), вторая увеличивает производительность благодаря повышению частоты на том ядре процессора, на котором выполняется приложение, не оптимизированное под многопоточные вычисления.

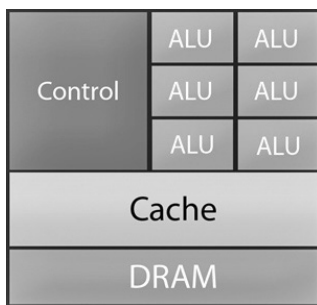


Рис. 1.20. Упрощенный пример современного центрального процессора

Все современные рендереры обладают поддержкой как нескольких процессоров, так и многоядерных процессоров. Они обладают возможностью использования распараллеливания потоков (*Hyper-Threading* в процессорах Intel).

С GPU дела обстоят иначе – как с точки зрения аппаратных решений, так и со стороны программного обеспечения. Главное достоинство GPU – это наличие большого количества вычислительных ядер, по сравнению с CPU, и своя собственная память с высокоскоростной шиной.

Именно благодаря большому количеству вычислительных ядер мы получаем достаточно высокую производительность при вычислениях на GPU хорошо распараллеливаемых однотипных задач.

Также стоит отметить и достаточно хорошее наращивание производительности. Благодаря установке нескольких графических ускорителей в одну систему можно в несколько раз увеличить производительность в вычислениях.

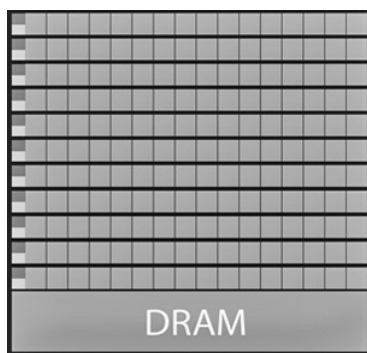


Рис. 1.21. Упрощенный пример современного графического процессора

Но одним из самых важных компонентов в реализации GPU-ускорения в приложениях являются само программное обеспечение и адаптирование его на параллельные вычисления.

Сейчас существуют несколько технологий для вычислений на GPU. NVIDIA CUDA (для GPU NVIDIA), ATI Stream Technology (для GPU AMD (ATI)) и OpenCL. В то время как первые две жестко привязаны к GPU указанных производителей, OpenCL призван стать унифицированным решением для GPU-вычислений, его можно использовать как с продуктами NVIDIA, так и с продуктами AMD. Но и тут все не так просто. Учитывая различия в архитектуре графических процессоров NVIDIA и AMD, даже на OpenCL приходится адаптировать программный код как под архитектуру NVIDIA, так и под архитектуру AMD.

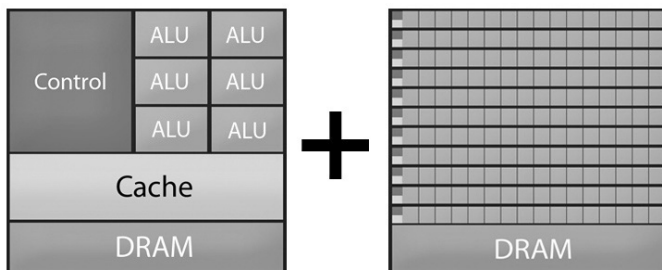


Рис. 1.22. Для корректной работы приложения необходимо помнить о том, что GPU – это всего лишь сопроцессор, базовые операции выполняет CPU

В графическом процессоре главными вычислителями являются шейдерные процессоры, которые в игровой графике как раз и выполняют все вычисления по визуализации и заполнению пикселями изображения. У современных графических ускорителей шейдерные процессоры работают на достаточно большой частоте, что и позволяет выполнять довольно большой объем вычислений в однотипных задачах. Однако для целей экономии энергии и предотвращения выхода GPU из строя они во время ожидания и низкой нагрузки снижают частоту.

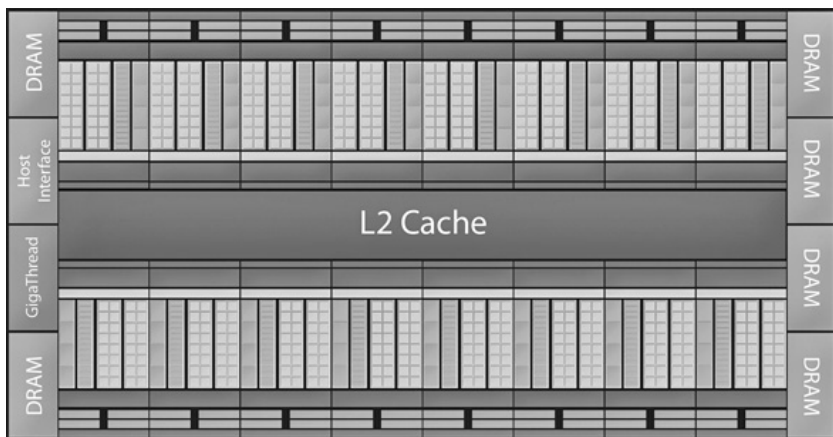


Рис. 1.23. Архитектура современного GPU (пример NVIDIA Fermi – GF100)

Для визуализации технологий iray необходимы профессиональные графические ускорители класса NVIDIA Quadro или NVIDIA

Tesla. Также можно использовать и игровые графические ускорители NVIDIA GeForce, но они очень шумные, сильно греются, и не обязательно, что такие карты используют весь свой потенциал для расчетов в *iray*.

При подборе видеокарты для наиболее быстрого рендеринга с помощью *iray* необходимо учесть два параметра: количество ядер CUDA на GPUNVIDIA и объем графической памяти.

Выбрать устройства, которые будут задействованы для рендеринга, можно во вкладке **Renderer** (Визуализация), свитке **Hardware Resources** (Аппаратные ресурсы).

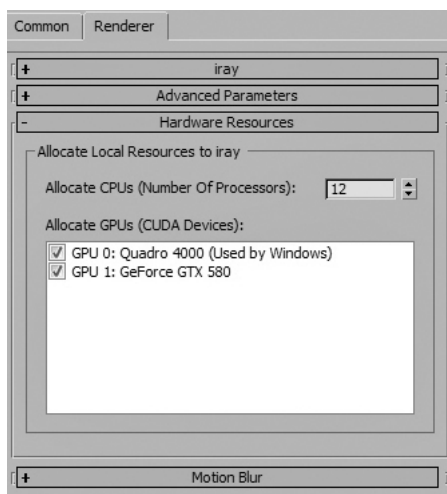


Рис. 1.24. Параметры настройки оборудования для рендеринга в *iray*

Эта вкладка содержит информацию о поддерживаемых *iray* графических ускорителях. Здесь же можно установить количество потоков рендеринга центрального процессора. Данная вкладка позволяет распределить ресурсы компьютера для интерактивной работы с *iray Active Shade*, речь о котором пойдет чуть позже в этом разделе.

ALLOCATE LOCAL RESOURCES TO IRAY

(ВЫДЕЛИТЬ ЛОКАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ IRAY)

Allocate CPUs (Number of Processors) (Количество потоков ЦПУ) – этот счетчик показывает количество потоков центрального

процессора (CPU). По умолчанию устанавливается максимально доступное количество потоков вашей системы.

Allocate GPUs (CUDA Devices) (Выбрать графические карты с поддержкой CUDA) – в этом списке отображается перечень оборудования с поддержкой вычислений на базе архитектуры CUDA. Под оборудованием подразумеваются видеокарты (GPU). Включая и выключая чекбоксы, можно указать видеокарты, участвующие в рендеринге текущей сцены.

Если в системе нет оборудования, имеющего архитектуру CUDA, то в списке будет указано сообщение об этом: **No Supported CUDA Devices Detected** (Не обнаружено оборудование с поддержкой CUDA).

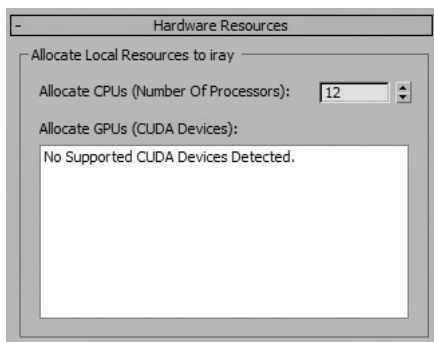


Рис. 1.25. Параметры настройки оборудования для рендеринга в Iray

Наилучшим решением будет использование профессиональных видеокарт классов NVIDIA Quadro или NVIDIA Tesla, но эти решения более дорогие, по сравнению с игровыми видеокартами NVIDIA GeForce.

При работе с Iray в качестве рендерера необходимо позаботиться об использовании графической памяти. Вся геометрия и текстуры сцены загружаются как в оперативную память, так и в графическую на время рендеринга. В случае нехватки графической памяти рендеринг видеокартой (GPU) прекращается и продолжается только центральным процессором (CPU).

Существуют методы оптимизации как геометрии, так и текстурных карт. Касательно геометрии можно просто применить модификатор *Multi-Res* к геометрии. А что касается текстур, то пути оптимизации описаны в четвертой главе в разделе **Bitmap Proxy** (Текстурные ссылки-заменители).



На заметку: для приблизительного определения занимаемого объема сцены в графической памяти можно использовать нехитрую формулу: 1 Гб графической памяти – это 8 млн треугольников сцены + 3 байта на пиксель текстурных карт.

Пользовательский интерфейс NVIDIA Iray

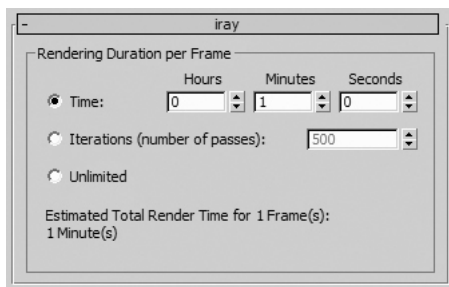


Рис. 1.26. Настройки параметров рендера iray

RENDERING DURATION PER FRAME

(ГРУППА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ РЕНДЕРИНГА КАДРА)

Time (Время) – в поля **Hours**, **Minutes**, **Seconds** устанавливается время рендеринга в часах, минутах, секундах соответственно. Чем выше значение (больше времени), тем больше будет осуществлено выборок и будет выше качество изображения (рис. 1.27).

Iterations (number of passes) (Итерации, количество проходов) – устанавливается количество итераций для каждого пикселя изображения. Этот метод лучше всего применять для рендеринга анимации. Качество при одинаковом количестве итераций для каждого кадра во время анимации не будет отличаться в сэмплинге в кадрах между менее и более насыщенными объектами сцены в кадрах всей анимации.

Unlimited (Безграничный) – этот параметр позволяет запустить визуализацию без ограничения времени и количества выборок, качество изображения вы можете определить для себя сами и самостоятельно завершить визуализацию нажатием кнопки **Cancel**. Чем дольше идет просчет изображения, тем выше качество.

ADVANCED PARAMETERS

(СВИТОК РАСШИРЕННЫХ НАСТРОЕК)

Для того чтобы более точно настроить iray, необходимо воспользоваться параметрами из свитка **Advanced Parameters**. Здесь вы мо-



Рис. 1.27. Ограничение времени рендеринга, слева направо: 30 сек; 1 мин; 3 мин; 10 мин

жете настроить как глубину трассировки и количество отскоков, так и изменить тип фильтрации изображения и настроить возможности Iray для визуализации объектов с *displacement* (картами смещения).

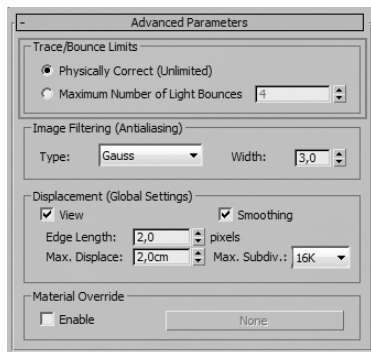


Рис. 1.28. Настройки расширенных параметров рендера iray

TRACE/BOUNCE LIMITS

(Группа ОГРАНИЧЕНИЯ ТРАССИРОВКИ/ОТСКОКОВ)

Physically Correct (Unlimited) (Физически корректное) – при использовании этого чекбокса отражение света будет бесконечным и поэтому физически правильным.



Рис. 1.29. Параметр **Bounce Limits: Physical Correct** (вверху слева); **Maximum Number of Light Bounces: 9** (вверху справа); 3 (внизу).
Время рендеринга для всех изображений одинаково, 5 мин на каждое

Maximum Number of Light Bounces (Максимальное количество световых отскоков) – при использовании данного чекбокса устанавливается количество раз, которое Iray просчитывает при отражении каждого луча.

Остальные параметры идентичны параметрам mental ray, описанным далее в пятой главе книги. За исключением одного параметра – вкладки **Motion Blur** (Размытие в движении).

Iterations per Motion step (Итераций на шаг размытия в движении) – из выпадающего списка можно выбрать множитель итераций на один шаг размытия в движении. Чем выше множитель, тем более качественный эффект размытия объекта при его перемещении по сцене.

Преимущества и недостатки

Касательно недостатков. Во-первых, к сожалению, нет совместимости с некоторыми процедурными картами. На рисунке ниже приведен перечень поддерживаемых материалов и карт в Iray. Более под-

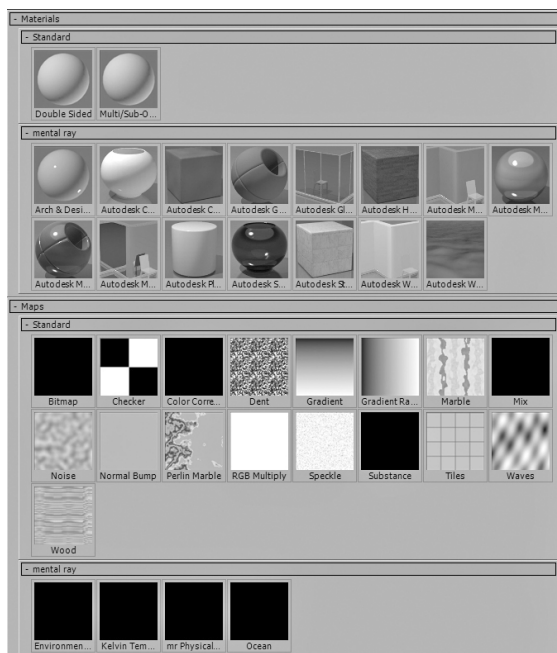


Рис. 1.30. Перечень поддерживаемых материалов и карт в Iray

робную информацию о картах и материалах, совместимых с iRay, см. в третьей главе.

Еще одним условным недостатком можно назвать текстуры с высоким разрешением. При рендеринге все текстуры загружаются в оперативную память, но так как для расчетов iRay используется и GPU, то необходимо позаботиться о размере текстур и о количестве графической памяти. Если графической памяти будет недостаточно, iRay во время визуализации будет использовать только центральный процессор.

Но, помимо недостатков, есть и свои преимущества. Теперь можно не беспокоиться о настройках параметров материалов: **Glossy Samples, Fast (interpolate), Highlights + FG only**; нет необходимости настраивать материалы во вкладках **Advanced Rendering Options** и **Fast Glossy interpolation**. Все это теперь настраивается автоматически и физически корректно. Эти параметры для mental ray подробно расписаны в третьей главе.



Рис. 1.31. Пример сцены, освещенной объектами с назначенными самосветящимися материалами (экраны ноутбуков); также показан пример размытого отражения (отражение на столе)

Есть еще один, довольно-таки существенный плюс. Теперь можно освещать сцену только картой окружения (для большего эффекта лучше использовать изображение с высоким цветовым диапазоном – hdr). Помимо прямого и глобального освещения, также автоматически рассчитывается каустика. Ниже на рис. 1.32 приведены примеры освещения с помощью одной и той же карты hdr.

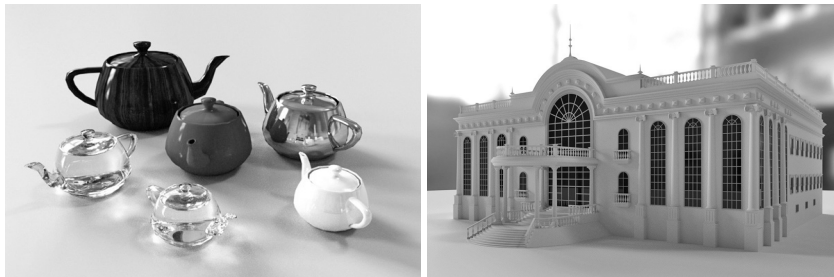


Рис. 1.32. Примеры освещения разных сцен с использованием одной и той же карты окружения для освещения

Интерактивный рендеринг iray Active Shade

Подготовка сцены к рендерингу стала еще проще благодаря интеграции iray в систему интерактивного рендеринга *Active Shade*.

Для активации интерактивного рендеринга выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настрой-



Рис. 1.33. Интерфейс 3ds Max во время интерактивного рендеринга

ка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Common** (Основные параметры), в свитке **Assign Renderer** (Назначить рендер) нажмите на кнопку с троеточием напротив **Active Shade** (Интерактивный рендеринг). Затем в открывшемся диалоговом окне назначьте систему рендера iray для интерактивного рендеринга. Установите радиальный переключатель в положение **Active Shade** (Интерактивный рендеринг), как показано на рис. 1.34.

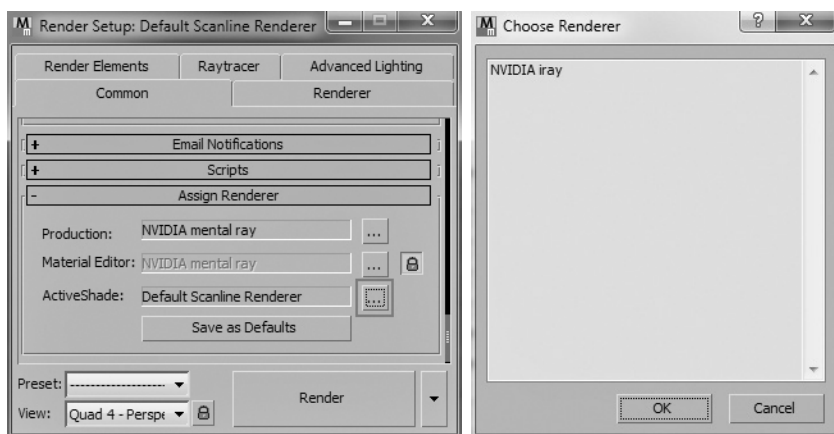


Рис. 1.34. Установка iray Active Shade

После нажатия кнопки **Active Shade** (Интерактивный рендеринг) откроется **VFB** (Виртуальный буфер кадра), в котором ваша сцена будет интерактивно отображать вносимые вами изменения.

В интерактивном режиме поддерживаются такие функции, как: изменения положения камеры, объектов и их свойств (цвет, отражение, глянец, текстура), положение источников света (за исключением **Daylight system**), контроль экспозиции.

По умолчанию значения использования аппаратных ресурсов для **Production** (Итоговый) и **Active Shade** (Интерактивный) отличаются друг от друга:

- **Production** – центральный процессор использует все доступные потоки по максимуму. Графические процессоры также используются по максимуму, то есть все доступное оборудование с поддержкой CUDA.

- **Active Shade** – центральный процессор использует половину доступной мощности. Графические процессоры используются немного иначе, в отличие от *Production*. Если у вас установлена более чем одна видеокарта, для работы системы резервируется одна карта с меткой **Used By Windows** (Используется операционной системой), все остальные используются интерактивным рендерингом.

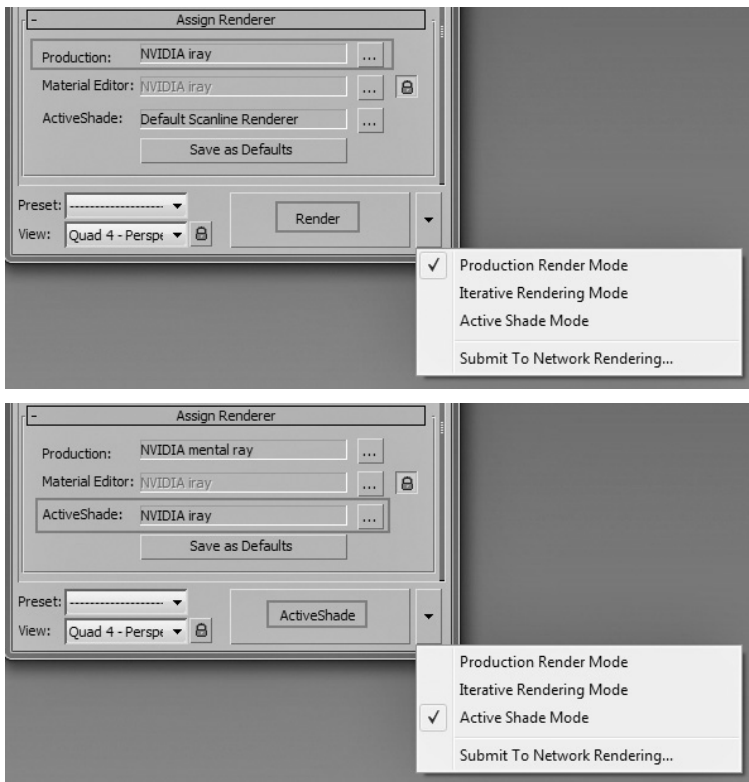


Рис. 1.35. Использование аппаратных ресурсов iray: при **Production** (Итоговый) (сверху); при **Active Shade** (Интерактивный) (снизу)

Для быстрого переключения между **Production**- и **Active Shade**-рендерингом можно воспользоваться главной панелью инструментов. Главное – предварительно назначить системы рендереров для **Production** и **Active Shade** (рис. 1.36).

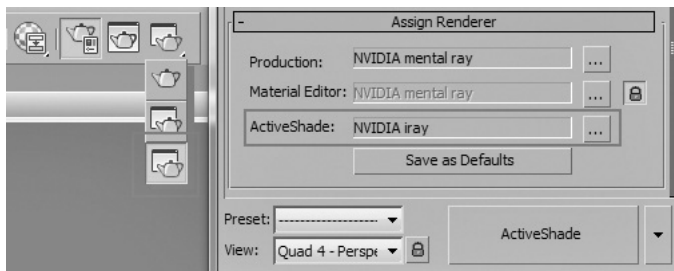


Рис. 1.36. Переключения между **Production** и **Active Shade** с главной панели инструментов

Вы можете изменить значения по умолчанию. Но следует учесть, что для комфортной работы с *iray Active Shade* необходимо обзавестись как минимум двумя видекартами: одну использовать для операционной системы, а вторую – непосредственно для рендеринга.

*Теперь у вас есть базовые знания о том, что представляет собой mental ray; вы можете настроить для себя пользовательский интерфейс с учетом некоторых особенностей рендерера mental ray. Также в этой главе был описан iray по большей части для того, чтобы вы уже могли визуализировать что-либо нажатием одной кнопки **Render**, не вдаваясь в подробности параметров прямого и отраженного света. В следующей главе будут рассмотрены фотометрические источники света и система дневного освещения, а также настройка экспозиции.*



Глава

2

Теория света

Освещение – это один из наиболее важных аспектов любой 3d-сцены. Отличные материалы и прекрасная геометрия превращаются в ничто, если с освещением не все в порядке. Несмотря на всю важность, освещение всегда оставляется на потом, когда, увы, остается очень мало времени, чтобы учесть все тонкости и правильно протестировать освещение и настройки рендера. Хорошего результата визуализации очень редко получается добиться с первого раза, путем простого разбрасывания источников света по сцене и нажатия кнопки **Render**.

Освещение и рендеринг сцены могут оказаться процессом, требующим немало времени, и этот процесс часто предполагает много разных хитростей, чтобы настроить отдельную сцену и показать ее в лучшем свете, в прямом смысле этого слова. Чтобы сделать картинку реалистичной и потратить на это минимум времени, нам нужно понимать, как управлять светом, и знать технику эффективного контроля и балансирования светом. Для этого рассмотрим, из чего формируется световая картина.

Затухание

В реальном мире свет спадает по мере прохождения расстояния. Объекты, находящиеся дальше от источника света, выглядят темнее, те, что ближе, – светлее. Этот эффект известен как затухание (но также свет может быть симитирован без затухания). На рис. 2.1 показан

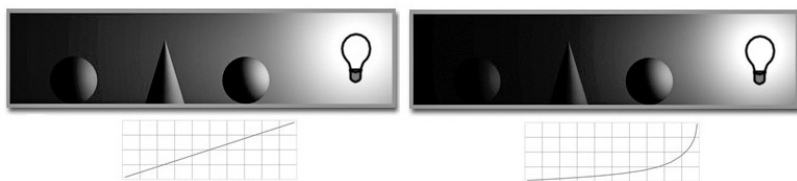


Рис. 2.1. Линейное затухание (слева);
затухание света по закону обратных квадратов (справа)

свет с линейным затуханием (A) или же с затуханием по закону обратных квадратов (физически корректная модель) (B).

Прямой и отраженный свет

Освещение отраженным светом оказывает большое влияние на создание фотореалистичных изображений 3ds Max.

Прямой свет – это освещение светом, испускаемым непосредственно из источников света.

Свет, отражаемый объектом, может освещать другие объекты, это и есть отраженный свет. Чем в большей степени поверхность отражает свет, тем в большей степени этот свет может освещать другие объекты в окружении (рис. 2.2).

Отраженный свет порождает также свечение. Свечение обладает однородной интенсивностью и диффузией. У него нет четкого ис-

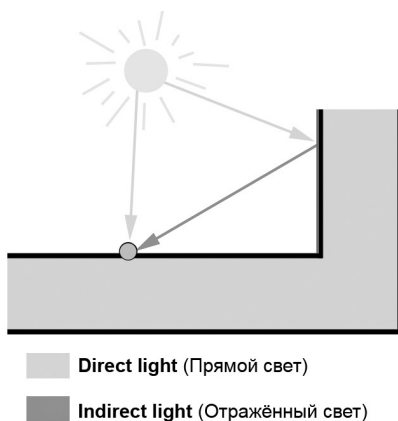


Рис. 2.2. Прямой и отраженный свет

точника, поскольку источником является поверхность отражающего объекта, и нет четкого направления света.

Отраженный свет, или, как принято его называть, глобальное освещение, мы рассмотрим подробно в четвертой главе.

Температурная шкала Кельвина

Шкала Кельвина (К) позволяет измерять цветовую температуру. Видимый свет имеет цветовую температуру в пределах от 1000 до 12 000 °К.



Рис. 2.3. Цветовая температура по шкале Кельвина



На заметку: производители осветительного оборудования обозначают тип источника света по шкале Кельвина. В цифровых фотокамерах шкала Кельвина служит для установки баланса белого. По этой шкале легко судить о яркости источника света. Так, цветовая температура стандартного источника дневного света D65 составляет 6500 °К.

Баланс белого

Баланс белого означает выбор цветовой температуры изображения, соответствующий той цветовой температуре, при которой свет воспринимается белым.

Человеческое зрение корректирует и устанавливает баланс белого автоматически в зависимости от условий освещения. Длины волн больше или меньше баланса белого приобретают свою относительную

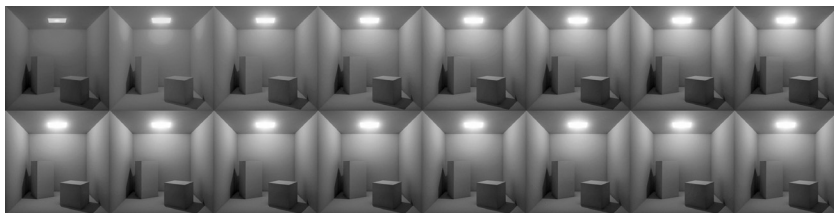


Рис. 2.4. Примеры цветовой температуры изображений по шкале Кельвина

цветовую температуру. При этом свет оказывается в основном белым. Но свет, поступающий с улицы днем, имеет голубоватую окраску, тогда как свет от ламп – более теплую, желтоватую окраску.

Разновидности теней

Полутень представляет собой участок, где *разграничительная линия* отделяет свет от тени, как показано на рис. 2.5. Светлая полутень образуется на участке, частично загражденном от света, где происходит переход от полного отсутствия света (*полной тени*) к ничем не заграждаемому свету.

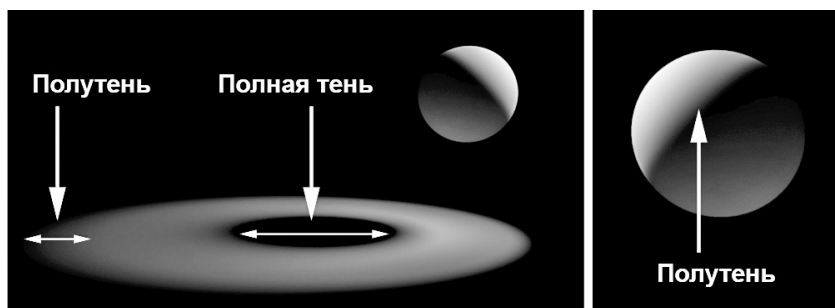


Рис. 2.5. Тени и полутени

Тени, действующие на расстоянии

Одной из самых ресурсоемких задач является смягчение спада тени с целью обеспечить более естественный вид мягких теней.

На рис. 2.6 слева показана простейшая тень, падающая от цилиндра, формируемая методом трассировки лучей, который дает только резкую и полную тень без полутеней. При увеличении размера источника света, сохраняя его относительно малым, по сравнению с освещаемым объектом, появляется незначительный спад полутени (тень от цилиндра в центре рис. 2.6). По мере увеличения размера источника света область полной тени сокращается (тень от цилиндра справа рис. 2.6). Следовательно, данный эффект зависит от распространения света в разных направлениях, что напрямую связано с размерами источников света.

Стоит отметить, что по мере отдаления тени от объекта увеличивается размытость полутени, а сама тень постепенно рассеивается по

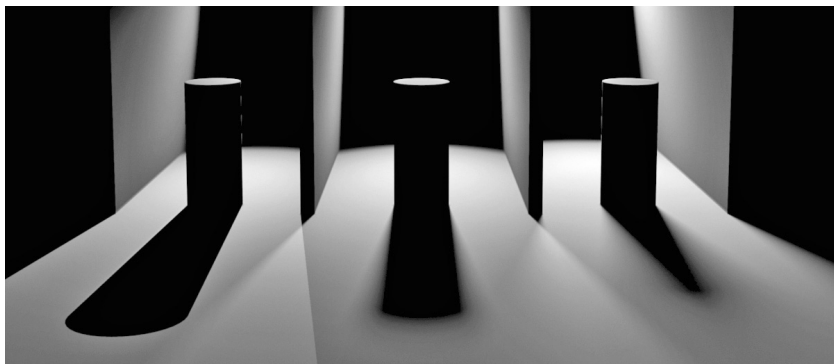


Рис. 2.6. Тени и полутени: простая тень (слева); незначительная полутень (в центре); выразительная полутень (справа)

мере появления лучей света позади объекта. По мере приближения источника света к объекту сила света возрастает, тени становятся более резкими, а по мере отдаления света от объекта освещение слабее, и тени становятся более мягкими и рассеянными, требуя дополнительного сэмплинга для получения качественных изображений.

Управление экспозицией

Общие понятия камеры

Камера в 3ds Max служит для удобства отображения трехмерной сцены из видовой точки. Настройка виртуальной камеры во многом похожа на настройку современной фотовидеокамеры. Если вы знакомы с принципами фото- или видеосъемки, многие термины будут уже знакомы вам.

Так же, как и настоящие камеры, камеры в 3ds Max используют объективы. Некоторые из стандартных объективов с различными фокусными расстояниями можно выбрать в группе **Stock Lenses** (Сменные линзы) в настройках камеры. В реальной жизни свет, попадая в объектив, преломляется и затем фиксируется на пленке, расстояние между объективом и пленкой называется фокусным расстоянием. В 3ds Max нет понятия пленки, но в то же время многие параметры настройки схожи с реальными фотовидеокамерами, для того чтобы методики настройки оставались едиными с настоящими камерами.

Кроме фокусного расстояния, у камеры в 3ds Max можно управлять величиной поля зрения *Field of View* и перспективой. Поле зрения связано с фокусным расстоянием и представляет собой ширину угла обзора сцены. Чем больше фокусное расстояние объектива, тем уже его поле зрения. Существуют различные типы линз, от короткофокусных до длиннофокусных.

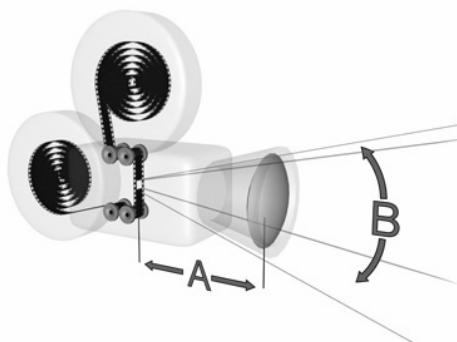


Рис. 2.7. Значения в реальных камерах:
 А: **Focal length** (Фокусное расстояние); В: **Field of view (FOV)** (Поле зрения)

Связь Поля зрения и Перспективы

Короткофокусные линзы привносят искажения перспективы, делая объекты «глубже», вытянутыми к смотрящему, – рис. 2.7.

Длиннофокусные линзы уменьшают искажения перспективы, делая объекты более параллельными по отношению к смотрящему, – рис. 2.8.



Рис. 2.8. Короткое фокусное расстояние, широкое поле обзора (слева);
 длинное фокусное расстояние, узкое поле обзора (справа)

Перспектива, снятая 50 мм линзой, выглядит нормальной отчасти потому, что это расстояние близко к тому, как видят наши глаза, отчасти потому, что подобные линзы используются чаще всего.

В 3ds Max существуют два типа камер: **Target** (Нацеленная) – непосредственно видовая точка в трехмерном пространстве и точка нацеливания (target point), точка, на которую направлена линия взгляда камеры; **Free** (Свободная) – отличается от нацеленной камеры тем, что не имеет точки нацеливания.

Такие эффекты, как **Depth of field** (Глубина резкости) и **Motion blur** (Размытость в движении), а также ряд других эффектов камеры описаны в пятой главе.

Вывод изображений. LDR и HDR

Наши глаза непрерывно приспособляются к изменению освещения, постоянно регулируя чувствительность к свету. Способность человеческого зрения настраивается на различную силу света, позволяет видеть относительно четко при разных условиях освещения и в большом динамическом диапазоне яркости света, особенно при значительном смещении этого динамического диапазона, например при наблюдении заката.

Обычные изображения (**LDR – Low Dynamic Range**, Малый динамический диапазон) не позволяют воспроизвести детали из области передержки, а изображения HDR (**HDR – High Dynamic Range**, Высокий динамический диапазон) позволяют воспроизвести все, что было визуализировано с разной экспозицией. Цветовые значения, что выходят за пределы от 0 до 1 в изображениях, аналогичном LDR, ограничиваются. В изображении HDR эти данные сохраняются, что дает возможность откорректировать передержку и преобразовать тона таким образом, чтобы они точнее соответствовали тому, что воспринимается нашим зрением.

Наша цель – не в том, чтобы отобразить изображение HDR, а в том, чтобы воссоздать реалистичное изображение LDR из исходных данных HDR, изменяя яркость света для реалистичного освещения нашего проекта. Такая возможность имеется при визуализации 32-разрядных изображений (форматы файлов *.hdr, *.exr).

Изображения HDR сохраняются в 8-разрядных файлах, где альфа-канал служит для хранения порядка числового значения цвета каждого пикселя при его *экспоненциальном представлении*. Это зна-

чение больше, чем допускается сохранить в 32-разрядном изображении. В итоге диапазон таких значений оказывается практически бесконечным и может представлять уровни яркости, которые не ограничиваются линейным изменением от черного к белому.

Photographic Exposure Control

Экспозиция – суммарное количество света, попадающего на фотопленку или другой светочувствительный материал за время открытия затвора фотокамеры. Количество попавшего света зависит от диафрагмы, выдержки и степени освещенности объекта съемки.

Реальную фотосъемку в 3ds Max можно имитировать с помощью настроек фотографической экспозиции.



На заметку: для более правдоподобной имитации реальной фотосъемки в 3ds Max необходимо использовать фотометрические источники света и Arch & Design-материалы.

Настройка **Photographic Exposure Control** (Управление фотографической экспозицией) позволяет модифицировать вывод рендеринга, используя при этом настройки как у физических камер: значение экспозиции, скорость затвора, апертура. Также позволяет настраивать блики, полутона и полутени. Фотографическая экспозиция применяется для сцен с высоким динамическим цветовым диапазоном.

Для установки рендеринга в высоком динамическом цветовом диапазоне выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Рендерер) в свитке **Sampling Quality** (Качество сэмплинга). В группе **Options** (Функции) в выпадающем списке с **Frame Buffer Type** (Тип кадрового буфера) выберите **Floating-Point (32 bits per channel)** (С плавающей точкой, 32 бита на канал), как показано на рис. 2.9.



На заметку: Photographic Exposure Control содержит встроенный гамма-корректор (гамма 2.2), но в случае если включена гамма 3ds Max в диалоговом окне **Preferences**, коррекция Photographic Exposure Control отключается, позволяя окну **Rendered Frame Window** применить гамму вида. Рендеринг в 32-битное изображение занимает немного больше времени (на 3–5%), чем рендеринг в 16-битное.

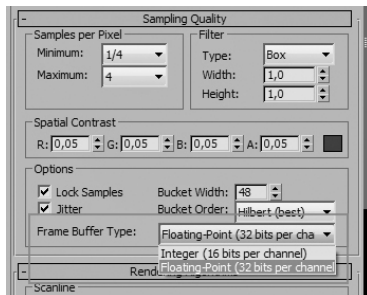


Рис. 2.9. Установка рендеринга в высоком динамическом цветовом диапазоне

Интерфейс mr Photographic Exposure Control

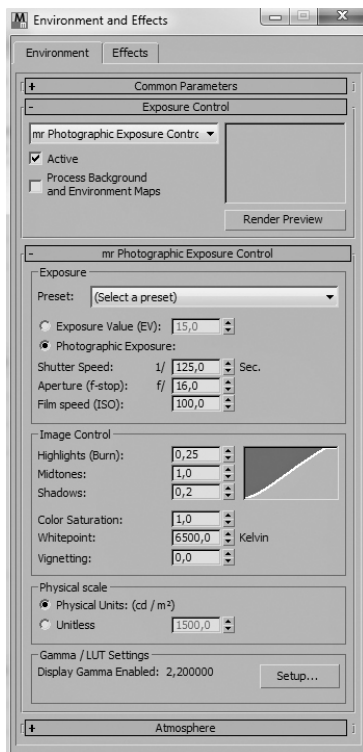


Рис. 2.10. Параметры настройки экспозиции

Exposure (Экспозиция)

Эта группа содержит выпадающий список шаблонов экспозиции, а также выбор значения экспозиции или фотографической экспозиции.

Preset (Предустановки) – позволяет выбрать параметры экспозиции для условий освещенности (рис. 2.11).

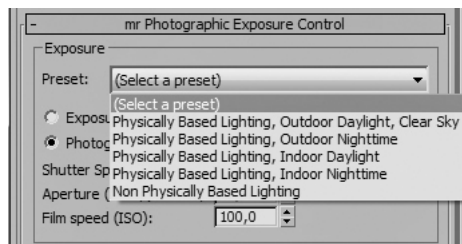


Рис. 2.11. Предустановки экспозиции

Exposure Value (EV) (Экспозиционное число) – условное число, характеризующее условия фотосъемки и служащее для определения экспозиции (задания пары выдержка/диафрагма).



Рис. 2.12. Пример настройки экспозиции по экспозиционному числу; EV 10 (слева); EV 9 (в центре); EV 8 (справа)

Photographic Exposure (Фотографическая экспозиция) – в этой группе параметров мы можем вручную установить экспозицию, используя стандартные элементы управления, как в физических камерах.

Shutter Speed (Выдержка/Скорость затвора) – время, в течение которого свет воздействует на фотоматериал или матрицу. Стандартный ряд выдержек 1/2000, 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2 сек и т. д. Высокие значения дают более яркое изображение.

Aperture (f-stop) (Диафрагма) – отверстие объектива. Каждому значению диафрагмы соответствует число f , которое определяется отношением диаметра отверстия к фокусному расстоянию объектива. Чем больше число f , тем меньше отверстие объектива. Высокие значения делают изображение более темным.

Film Speed (ISO) (Чувствительность пленки) – этот параметр определяет чувствительность (яркость) изображения. Если чувствительность пленки (ISO) высокая (более чувствительна к свету), то необходимо меньше света для получения изображения. Более высокие значения обычно используются для «ночной съемки».



На заметку: параметр ISO в mental ray влияет только на результирующую яркость изображения (величину экспозиции), но, в отличие от реальной ситуации, не влияет на **Motion Blur** (Размытие в движении); **Film Speed** (Скорость пленки); **Gain** (Зернистость). Причина этого – то, что при рендеринге упомянутые эффекты камеры имитируются другими независимыми алгоритмами.

Image Control (Регулировка изображения)

Данные параметры применяются для регулировки относительной яркости и бликов, полутонов и теней визуализированного изображения. Комбинация этих настроек изображена на графике справа в списке, рис. 2.13.

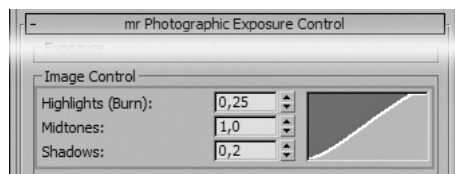


Рис. 2.13. Настройка и график уровня тонов и полутонов изображения

Highlights (Burn) (Блики) – управляет уровнем самых ярких областей картинки. Более высокие значения делают блики ярче, более низкие затемняют их.



Рис. 2.14. Параметр **Highlights (Burn)**:
0,00 (вверху слева); 0,25 (вверху справа); 0,50 (внизу)

Midtones (Средние тона) – управляет уровнем областей картинки, чья яркость находится между бликами и тенями. Более высокие значения делают полутона ярче, более низкие значения затемняют полутона.

Shadows (Тени) – настраивает уровень самых темных областей картинки. Низкие значения делают тени ярче, высокие затемняют тени.

Color Saturation (Цветовая насыщенность) – данный параметр управляет интенсивностью цветов визуализированного изображения. Высокие значения повышают интенсивность, низкие, соответственно, понижают.

Whitepoint (Баланс белого) – указывает основной температурный цвет источников света. Данный параметр аналогичен с балансом белого в цифровых камерах. Для дневного света рекомендовано значение 6500, для света лампы накаливания – 3700.

Например, фото, снятые в помещении, могут быть освещены лампой накаливания, свет от которой относительно желтый, по сравнению с дневным светом. Определение «белый» в качестве дневного света даст неприемлемые результаты при попытке применить цве-



Рис. 2.15. Параметр **Midtones**:
0,75 (вверху слева); 0,90 (вверху справа); 1,20 (внизу)



Рис. 2.16. Параметр **Shadows**:
0,10 (вверху слева); 0,25 (вверху справа); 0,50 (внизу)

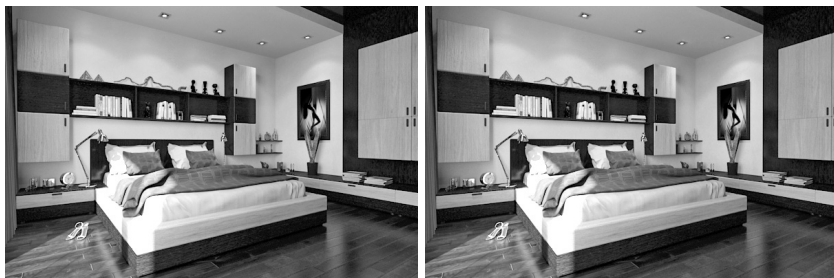


Рис. 2.17. **Color Saturation**: 1,00 (слева); 2,00 (справа)

токоррекцию к фото, снятым при освещении лампой накаливания. Функция **Whitepoint** позволяет компенсировать искажения цветов, вызванные разными источниками освещения (солнечный свет, лампа накаливания или флуоресцентный свет).



Рис. 2.18. Параметр **Whitepoint**: 4000 (вверху слева); 6000 (вверху справа); 7500 (внизу); интерьер освещен комбинированным освещением (естественное + искусственное)

Vignetting (Виньетирование) – уменьшает яркость картинки в периферии по отношению к центру картинки, результатом является полностью засвеченная область в центре с темными краями.



Рис. 2.19. **Vignetting:** 1 (слева); 15 (справа)

Physical Scale (Физический масштаб) – определяет, как 3ds Max рассчитывает значения пикселей при выводе в HDR картинку. Мы можем использовать физические шкалы в сцене или установить произвольную шкалу для освещения, не основанного на реалистичности.

Physical Units: (cd/m²) (Физические единицы) – вывод в физически корректные значения HDR-пикселей в канделах на 1 кв. м. Если используются фотометрические источники света, то лучше использовать эту опцию.



На заметку: при использовании Physical Units рендерер интерпретирует все нефизические (стандартные) величины освещения в единицы cd/m². Если в качестве фоновой картинкой выступает картинка HDR с правильно калиброванными пикселями в канделы на квадратный метр, то оно будет физически корректным в сцене. Как бы то ни было, если вы попытаетесь использовать картинку с низким динамическим диапазоном, такую как JPEG, при рендеринге она будет очень темной. Поэтому нужно увеличить значение output фоновой картинкой.

Unitless – позволяет определить, как рендерер интерпретирует освещение от стандартных источников света, которые не основаны на физических свойствах. Например, по стандартной физической шкале

1500 стандартный точечный источник света воспринимается рендером как фотометрический изотропный источник света в 1500 кандел.



На заметку: это значение не влияет на видимое освещение визуализированной сцены с фотометрическими источниками света. Однако оно очень влияет на видимый свет нефизических источников света. Для предсказуемых результатов лучше всего освещайте сцену только фотометрическими или только стандартными источниками света и используйте Physical Units или Unitless в соответствии с каждым случаем.

Gamma/LUT Settings (Настройка гаммы) – отображает текущий статус настроек Gamma/LUT settings. Кнопка **Setup** открывает диалог **Preference Settings**. Подробнее о настройках гаммы см. первую главу.

Начиная с версии 3ds Max 2012, окна проекций претерпели колоссальные изменения, теперь система отображения использует графический ускоритель Nitrous. Он поддерживает фотографическую экспозицию на новом качественном уровне. А начиная с версии 3ds Max 2013 экспозиция стала поддерживаться интерактивным рендерингом *iray Active Shade*, устраняя необходимость тестирования экспозиции путем рендеринга небольших изображений в черновом качестве.

Источники света в mental ray

Для получения фотореалистичного изображения необходимо организовать качественное освещение. Это имеет большое значение и обычно осуществляется на завершающих стадиях непосредственно перед визуализацией сцены, хотя в некоторых технологических процессах освещение сцены начинается на этапе предварительной визуализации перед началом нанесения материалов объектам сцены. Но в любом случае, необходимо убедиться в том, что все источники света расставлены правильно, а их интенсивность и окраска дополняют сцену. Предварительно заданные параметры источников света, а по существу готовые фотометрические источники света, намного упрощают данный процесс.

Если, например, сцену необходимо осветить реалистичной лампочкой мощностью 60 Вт, соответствующий источник света можно выбрать из свитка **Templates** (Свиток шаблонов) фотометрических источников света, речь о котором пойдет в разделе «Интерфейс фотометрических источников света».

Виды источников света

Объекты категории **Lights** (Источники света) представлены в 3ds Max двумя разновидностями: **Standard** (Стандартные) и **Photometric** (Фотометрические). Источники света могут быть нацеленными и свободными. Нацеленный источник света имеет объект **Target** (Мишень), на который нацелена ось пучка световых лучей. Свободный источник света не имеет мишени.

Стандартные источники света не являются физически корректными, несмотря на правдоподобие освещенности проекта. Например, в задачах интерьерного моделирования невозможно точно воспроизвести освещение, руководствуясь мощностями светильников. Для данных целей нам необходимы фотометрические источники света.

Фотометрические источники света

Фотометрические источники света схожи со стандартными, за исключением того, что они позволяют точно воспроизводить освещенность, цвет и пространственное распределение силы света, свойственные реальным светильникам. Испускаемый свет фотометрическими источниками всегда затухает обратно пропорционально квадрату расстояния до освещаемой поверхности. Свойства света, испускаемого фотометрическими источниками, задаются в 3ds Max в физических единицах: *канделы* (cd), *люмены* (lm) или *люксы* (lx).

В связи с указанными выше особенностями фотометрических источников света их следует использовать в сценах, смоделированных в реальном масштабе с использованием реальных единиц измерения.

В mental ray реализована поддержка фотометрических источников света 3ds Max. Помимо этого, существует специальный источник света – *mr Sky Portal* (Световой портал небосвода), речь о котором пойдет далее.

Также существуют инструменты для создания дневного освещения, а именно с помощью *mr Sun* и *mr Sky*.

Система дневного света воссоздает освещение с учетом конкретного времени дня и географического местоположения. Источник све-



Рис. 2.20.
Фотометрические
источники света
в 3ds Max

та *mr Sun* применяется в системе дневного света для направленного солнечного света, а *mr Sky* – для окружения.

Фотометрические источники света имеют массу параметров для имитации естественного и искусственного освещения прямым светом. Все фотометрические источники света подчиняются законам физики. Они излучают свет по закону обратных квадратов и учитывают реальный диапазон яркости света, а также и цветовую температуру, измеряемую по шкале Кельвина.

Профили источников света

mental ray поддерживает реальные модели освещения с помощью профилей источников света, называемых файлами *фотометрических данных IES*. Такие профили описывают силу и спад света открытым текстом и предоставляются производителями осветительных приборов. Они служат для правдоподобного и физически точного создания освещения в интерьерной и архитектурной визуализациях. Форма таких источников света не оказывает влияния на тени, действующие на расстоянии.

Файлы профилей источников света можно загрузить с веб-сайтов производителей осветительных приборов.

Интерфейс фотометрических источников света

Теперь рассмотрим интерфейс фотометрических источников света.

Templates (Свиток шаблонов) – позволяет получить доступ к предустановкам фотометрических источников света для быстрого создания разных типов осветительных приборов. Также можно использовать шаблоны в качестве начальной точки для создания собственных настроек источников света. Выбрав шаблон из выпадающего списка, появится описание выше списка.

General Parameters (Основные параметры)

LIGHT PROPERTIES

(Группа свойств источника света)

On (Включен) – включает и выключает источник света. Когда включен источник света, он освещает сцену. Когда выключен, соответственно, не освещает. В окнах проекций данная опция интерактивно показывает воздействие источника света на сцену.

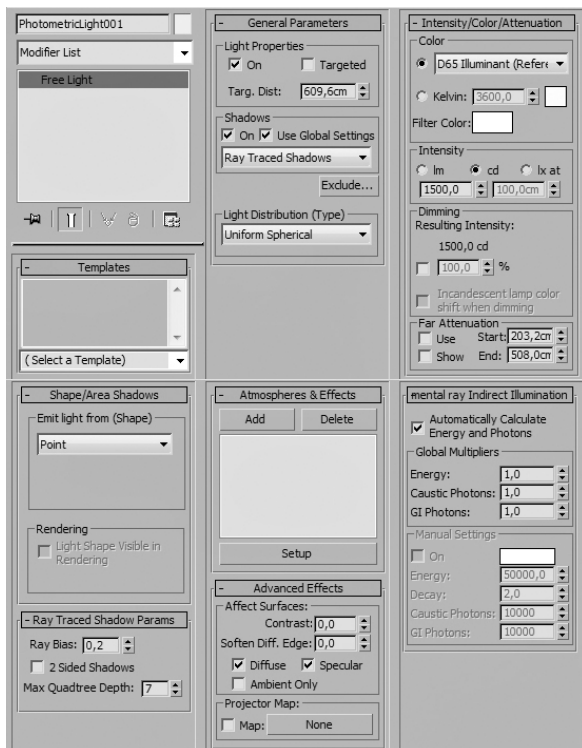


Рис. 2.21. Основные параметры фотометрических источников света в 3ds Max

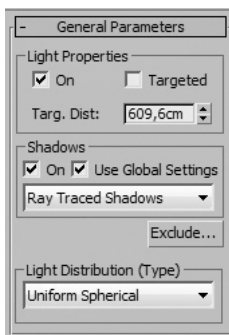


Рис. 2.22. Свиток **General Parameters** фотометрических источников света

Targeted (Нацеленный) – эта опция доступна только для нацеленных источников света. Когда включено, источник света имеет цель, которую можно перемещать по сцене, тем самым направляя пучок света в конкретную точку в сцене.

Target Distance (Расстояние до мишени) – отображает дистанцию до мишени. Для нацеленных источников света эта опция просто отображает дистанцию, а для направленных источников света, но без мишеней можно указать расстояние для изменения дистанции.

SHADOWS (ГРУППА ТЕНИ)

On (Включен) – определяет, будет ли данный источник света влиять на генерацию теней от объектов в сцене.

Shadow Method drop-down list (Свиток выбора типа теней) – в данном свитке мы можем установить тип отбрасываемых теней: **shadow maps** (Карта тени), **ray-traced shadows** (Трассировка теней), **advanced ray-traced shadows** (Улучшенные тени, методом трассировки луча), **area shadows** (Тени по площади), **mental ray Shadow Map** (Карты теней mental ray).

В mental ray мы применяем два типа теней: *ray-traced shadows* и *mental ray Shadow Map*, речь о которых пойдет далее в главе, после описания основных свойств фотометрических источников света.



На заметку: трассируемые тени позволяют воссоздавать прозрачные тени, в то время как Карты теней не отбрасывают прозрачных теней.

Use Global Settings (Применить Глобальные настройки) – при выключенной опции настройки теней для каждого источника света устанавливаются индивидуально. При включении данной опции параметры теней для всех источников света в сцене становятся одинаковыми, например при включенной опции смена типа теней у одного источника света приводит к изменению теней у всех источников света в сцене.

Exclude button (Кнопка Исключить) – исключение объектов из освещения источником света. После нажатия этой кнопки появится диалоговое окно **Exclude/Include** (Исключить/Включить объекты).

Исключенные объекты будут по-прежнему отображаться в окнах проекций, исключение из освещения воздействует только при рендеринге сцены.

LIGHT DISTRIBUTION (TYPE) (ГРУППА ТИП РАСПРЕДЕЛЕНИЯ)

Рассмотрим подробно выпадающий список типами распределения света. Всего доступны 4 типа – рис. 2.23.

Uniform spherical (Равномерное сферическое) – название говорит само за себя, свет распределяется во всех направлениях равномерно с учетом затухания.



Рис. 2.23.
Выпадающий список выбора типа распределения света

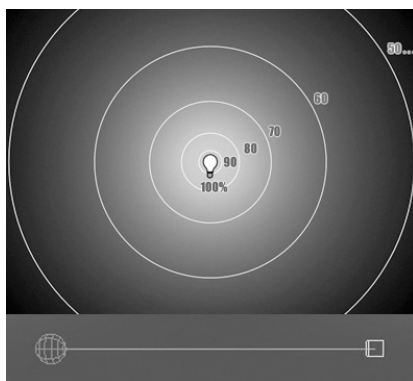


Рис. 2.24. Равномерное сферическое распределение света (**Uniform spherical**)

Uniform diffuse (Равномерный рассеянный) – равномерное рассеянное распределение света происходит в пределах полусферы. Данный источник света полезен при имитации испускания света с какой-либо поверхности.

Distribution (Spotlight) (Прожекторное распределение света) – распространение прожекторного света испускает сфокусированный луч света как луч фонарика, луч в кинотеатре и т. д. Угол луча света управляет мощностью луча, угол поля луча управляет размыванием границ луча.



На заметку: учтите, что рендереры scanline и mental ray обрабатывают угол луча и угол поля луча по-разному. В scanline луч света имеет полную мощность, а угол поля ограничивает область испускания луча. В mental ray центр луча имеет 100% мощность, но спадает до 50% к углу луча и до 0% к углу поля луча, однако

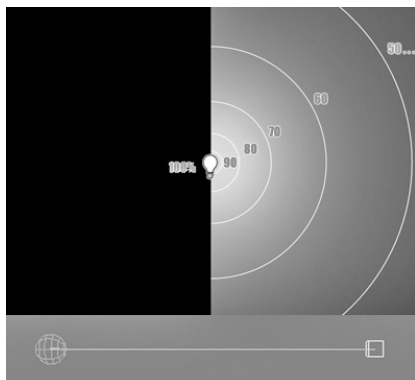


Рис. 2.25. Равномерное диффузное распределение света (**Uniform diffuse**)

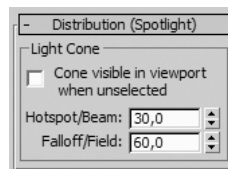


Рис. 2.26. Параметры распространения света типа **Spotlight**

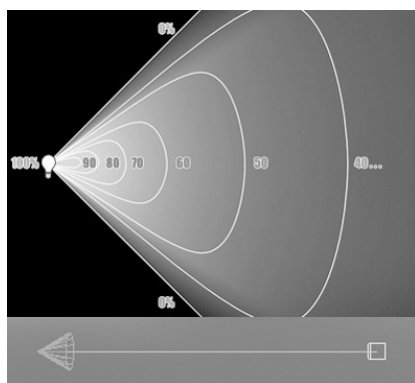


Рис. 2.27. Прожекторное распределение света (**Spotlight**)

некоторая часть света все же может попадать и за границы угла поля луча, визуально представление изображено на рис. 2.23.

Cone visible in viewport when unselected (Видимый конус в окне проекции) – визуальное представление распределения света отображается в виде схематического конуса. Он отображается при выделенном прожекторном источнике света. Если источник света не выделен, то конус не отображается. Данная опция позволяет включить постоянное отображение конуса распространения источника света, даже если объект не выделен.

Hotspot/Beam (Пучок света) – настраивает угол конуса света. Значение *Beam* измеряется в градусах. Для фотометрических источников света угол *Beam* – это угол, при котором интенсивность света падает до 50%, значение по умолчанию = 30.0.

Falloff/Field (Область спада) – настраивает угол поля луча. Значение измеряется в градусах. Для фотометрических источников света угол *Field* – это угол, при котором интенсивность света луча падает до нуля. Значение по умолчанию = 60.0.



На заметку: угол луча – в данном случае то же самое, что и угол пятна (*hotspot angle*) для стандартных источников света, но все пятно имеет 100% интенсивность. Угол поля луча – то же самое, что и угол спада (*falloff angle*) для стандартного источника света, но для стандартного источника интенсивность падает до нуля, а фотометрические источники света не так жестко очерчивают границы луча, так что некоторое количество света все же может выходить за пределы границ угла поля луча.

Мы можем управлять углом луча и углом поля луча, перетаскивая манипуляторы в окнах проекций.

Также мы можем настраивать эти параметры в окне проекции вида **Light** (смотря на сцену с точки обзора источника света в направлении распространения света в сторону сцены).

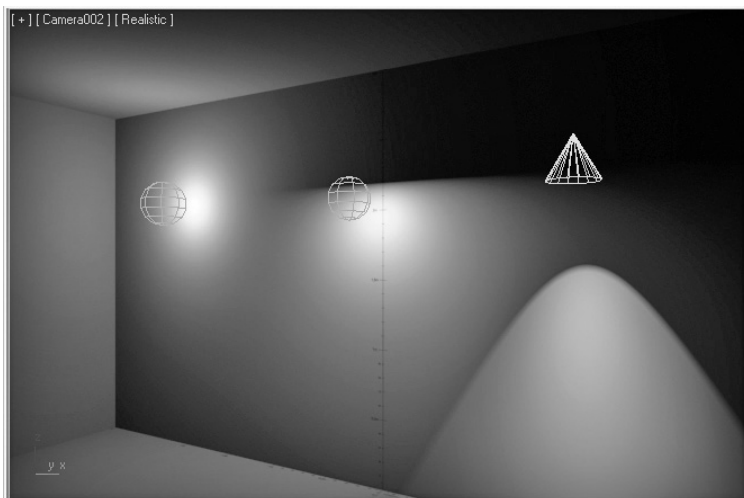


Рис. 2.28. Источники света в окне проекции: **Uniform spherical** (слева); **Uniform diffuse** (в центре); **Spotlight** (справа)

Photometric Webs (Фотометрические шаблоны) – фотометрические шаблоны – это трехмерное представление плотности распределения света. Информация о распространении направленного света хранится в файле данных фотометрии в формате IES (далее ies-файл). Мы можем загружать ies-файлы, предоставленные многими производителями осветительных приборов. В окнах проекций фотометрический ies-источник света меняет свою форму в зависимости от шаблона, который был загружен.

Фотометрические данные часто представляют в виде диаграмм. Диаграммы, показывающие вращение вокруг известных осей, называются гониометрическими. Диаграмма визуально отображает изменение интенсивности света (рис. 2.29).

Фотометрический шаблон – трехнаправленное представление распределения света. Он расширяет гониометрическую диаграмму до трех измерений, так что изменение распределения света можно наблюдать по всем осям сразу. Центром фотометрического шаблона является центр объекта источника света.

Web diagram (Паутинная диаграмма) – после выбора фотометрического файла он отображается схематической диаграммой распределения света в свите *Distribution*.

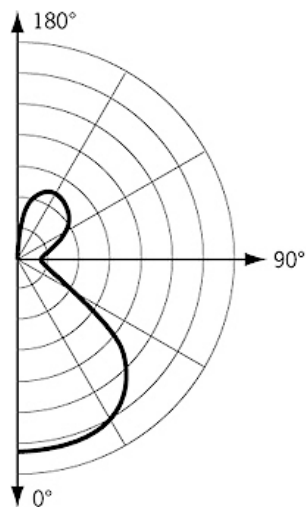


Рис. 2.29. Пример диаграммы паутинного распределения света

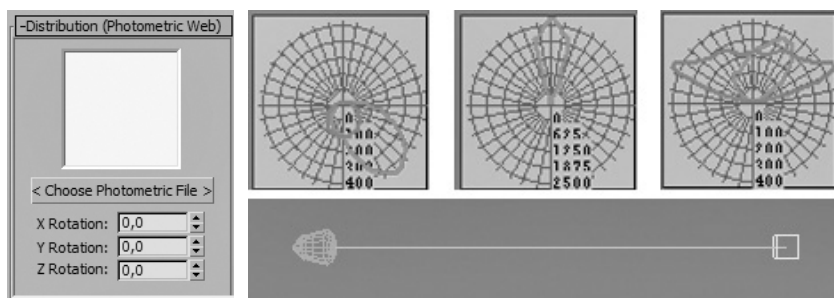


Рис. 2.30. Параметры фотометрических данных и примеры их схематических видов

Choose Photometric File (Выбор файла фотометрических данных) – кнопка выбора ies-файла для использования в качестве фотометрического шаблона. Файл может быть формата IES, LTLI или CIBSE. После выбора файла эта кнопка показывает имя файла (без расширения).

При просмотре каталога с файлами окно диалога также показывает превью выбранного файла – рис. 2.31.

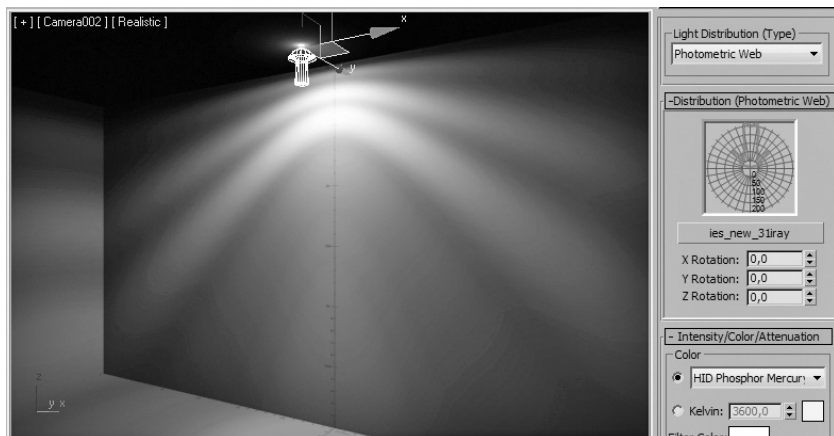


Рис. 2.31. Отображение фотометрического источника света в окне проекции

X Rotation; Y Rotation; Z Rotation (Вращение по осям X, Y, Z) – позволяет вращать сетку фотометрического источника света по соответствующей оси вокруг центра сетки. Диапазон вращения от -180° до 180° .

Intensity/Color/Attenuation (Интенсивность/Цвет/Ослабление)

COLOR (ГРУППА ЦВЕТ)

Light (Свет) – в данном выпадающем списке можно выбрать шаблон цветовой температуры света по стандартам CIE. Цветовая температура наглядно отображается в образце цвета по Кельвину (рис. 2.33).



На заметку: по умолчанию выбран белый свет, D65 (6500 K), согласно Comission Internationale de l'Éclairage (CIE).

CIE – цветовая модель, основанная на результатах измерения характеристик человеческого глаза. Построена на основе зри-

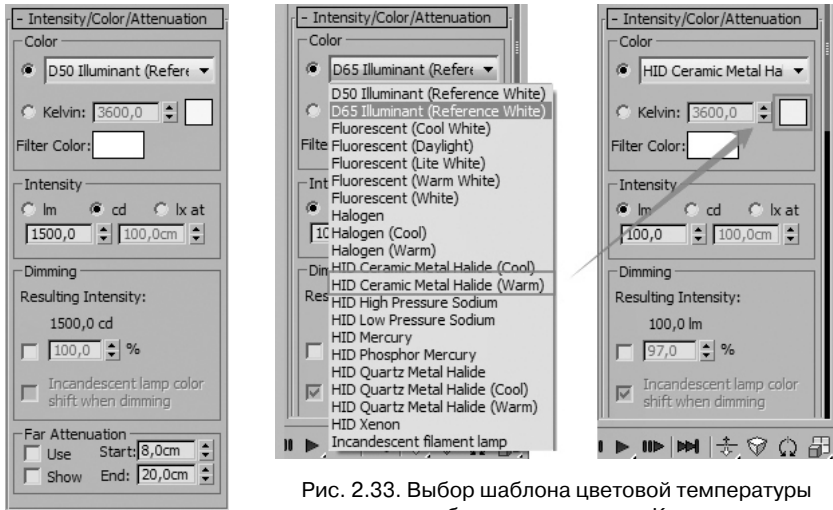


Рис. 2.33. Выбор шаблона цветовой температуры и ее отображение по шкале Кельвина

Рис. 2.32. Свиток **Intensity/Color/Attenuation**

фотометрических источников света

тельных возможностей «стандартного наблюдателя», то есть гипотетического зрителя, возможности которого были тщательно изучены и зафиксированы в ходе длительных исследований человеческого зрения, проведенных комитетом CIE.



На заметку: начиная с версии 3ds Max 2012, окна проекций поддерживают режим **Realistic** (Реалистичный), в котором можно увидеть влияние цветовой температуры, не прибегая к тестовой визуализации нашего проекта.

Kelvin (Температура цвета в Кельвинах) – устанавливает цветовую температуру по шкале Кельвина, которая отображается в градусах Кельвина.

- 800 °K – начало видимого темно-красного свечения раскаленных тел;
- 1500–2000 °K – свет пламени свечи;
- 2000 K° – натриевая лампа высокого давления;
- 2200 °K – лампа накаливания 40 Вт;
- 2680 °K – лампа накаливания 60 Вт;
- 2800 °K – лампа накаливания 100 Вт (вакуумная лампа);

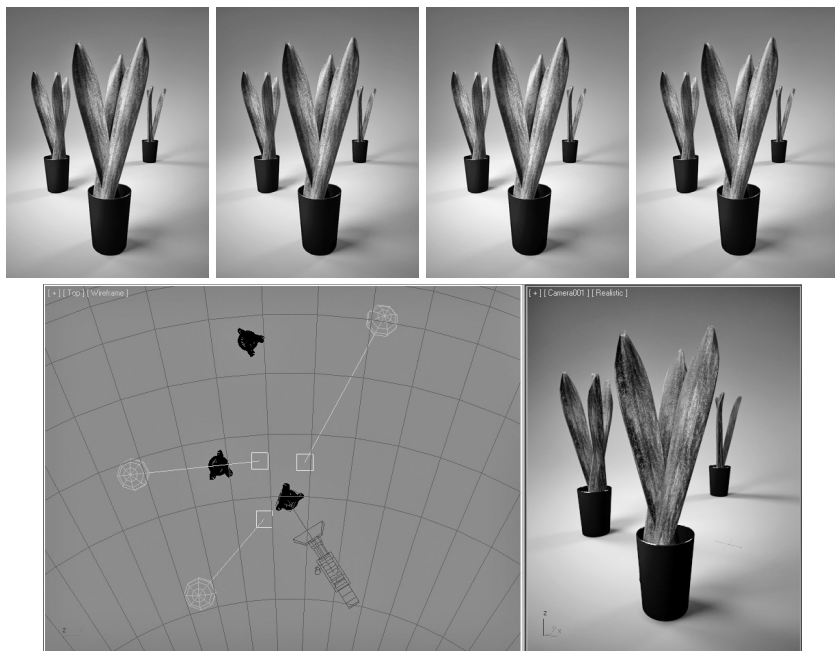


Рис. 2.34. Температура света по стандартам CIE; различные варианты освещения сцены по шаблонам температуры (сверху); расположение источников света в сцене (снизу)

- 2800–2854 °K – газонаполненные лампы накаливания с вольфрамовой спиралью;
- 3000 °K – лампа накаливания 200 Вт, галогенная лампа;
- 3200–3250 °K – типичные киносъемочные лампы;
- 3400 °K – Солнце у горизонта;
- 3800 °K – лампы, использующиеся для подсветки мясных продуктов в магазине (имеют повышенное содержание красного цвета в спектре);
- 4000 °K – лампа дневного света (теплый белый свет);
- 4500–5000 °K – ксеноновая дуговая лампа, электрическая дуга;
- 5000 °K – утреннее Солнце;
- 5500 °K – прямой солнечный дневной свет в полдень, облака;
- 5500–5600 °K – фотовспышка;
- 5600–7000 °K – лампа дневного света;
- 6200 °K – близкий к дневному свет;

- 6500 °К – стандартный источник дневного белого света, близкий к полуденному солнечному свету;
- 6500–7500 °К – облачность;
- 7500 °К – дневной свет, с большой долей рассеянного от чистого голубого неба;
- 9000–12 000 °К – синее безоблачное небо на северной стороне перед восходом Солнца.

Filter Color (Светофильтр) – симуляция использования светофильтра, помещенного перед источником света. Например, красный фильтр перед белым источником света создает эффект красного света. Установить цвет светофильтра можно в **Color Selector**.

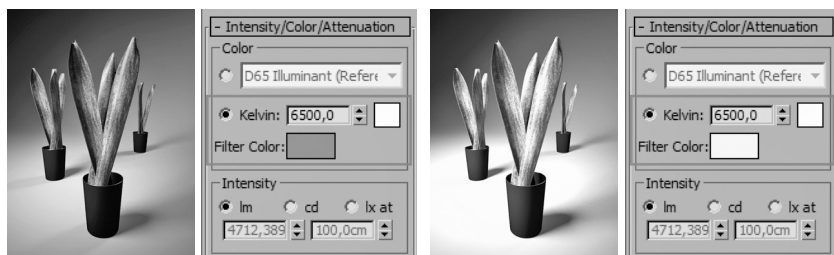


Рис. 2.35. Влияние светофильтра на освещение сцены

Следует отметить, что цветовая температура суммируется со светофильтром (рис. 2.36), для «чистого» цвета светофильтра температуру света нужно устанавливать 6500 °К.

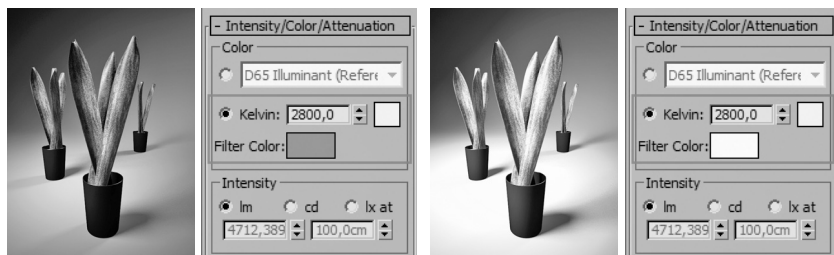


Рис. 2.36. Влияние светофильтра совместно с цветовой температурой на освещение сцены

INTENSITY (Группа Интенсивность)

В этой группе переключателей можно выбрать единицы измерения силы света фотометрических источников:

- **lm (lumen – люмены)** – устанавливает поток света в люменах. Например, 1750 lm равен лампе накаливания мощностью в 100 Вт;
- **cd (candela – канделы)** – устанавливает силу света в канделах; то есть световой поток, проходящий на единицу телесного угла пространственной области излучения и измеряемый в канделах. Например, 139 cd равен лампе накаливания мощностью в 100 Вт;
- **lx at (lux – люксы на)** – при установке переключателя **Intensity** в положение **lx at** и в размещенном под ним слева счетчике задается освещенность в люксах на расстоянии от источника, указываемом в счетчике справа. Один люкс соответствует световому потоку в один люмен, приходящемуся на один квадратный метр освещаемой поверхности.



На заметку: многие производители осветительных приборов указывают мощность ламп в люменах.

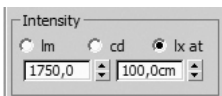


Рис. 2.37. Переключатель **Intensity** в положении **lx at**

DIMMING (Группа Затемнение)

Resulting Intensity (Конечная интенсивность) – отображает фактическую интенсивность источника света с учетом процента затемнения, в единицах силы света, указанном в группе **Intensity** (Интенсивность).

Dimming percentage (Процент затемнения) – когда чекбокс включен, значение становится «множителем», который затемняет интенсивности света. Значения ниже 100% делают свет серым (рис. 2.38).

Incandescent lamp color shift when dimming (Смещение цвета лампы накаливания при затемнении) – когда чекбокс включен, источник света симулирует понижение интенсивности света с понижением температуры света: чем ниже множитель параметра **Dimming percentage** (Процент затемнения), тем ниже температура света по Кельвину, рис. 2.39.

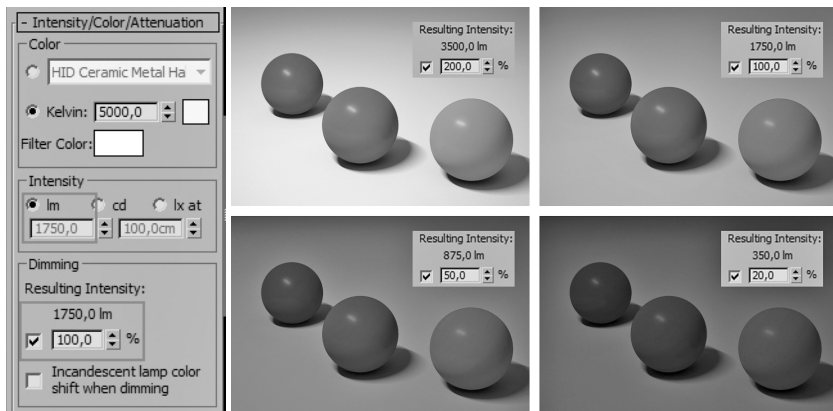


Рис. 2.38. Влияние параметра **Dimming percentage** на интенсивность света

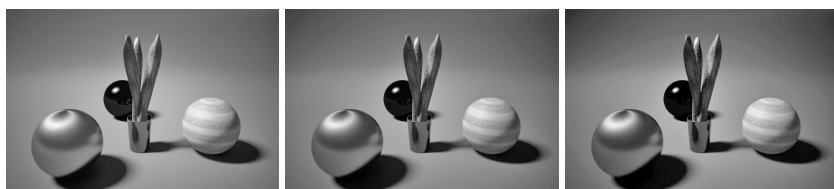


Рис. 2.39. Влияние температуры света
на уменьшение интенсивности источника света:
Resulting Intensity: 100% (слева); 50% (в центре); 20% (справа)

Far Attenuation (Ослабление на расстоянии) – мы можем установить диапазон ослабления фотометрическому источнику света; это, конечно, противоречит физической корректности, но зато поможет нам сократить время рендеринга сложных сцен с большим количеством источников света. Например, если нам нужно разместить большое количество источников света в офисном опенспейсе. Вероятнее всего, светильник в одной части помещения не будет сильно влиять на освещение в противоположенной. Но расчеты во время рендеринга будут брать во внимание помещение целиком. Для этих целей можно воспользоваться функцией ослабления на расстоянии.

Как видно на черновых изображениях рис. 2.41, освещение сцены практически одинаково. Рендеринг правого изображения (с выключенным затуханием) занял 6 мин 16 сек. Рендеринг левого изображения (с включенным затуханием) занял 5 мин 51 сек, что сократило



Рис. 2.40. Применение **Far Attenuation** к фотометрическим источникам света



Рис. 2.41. Пример черновой визуализации с выключенным параметром **Far Attenuation** (слева); с включенным **Far Attenuation** (справа)

время рендеринга примерно на 7%. Следует иметь в виду, что сокращение времени рендера за счет затухания эффективно при большом количестве источников света.



Важно: несмотря на то что затухание различается для стандартных источников света, для фотометрических источников света эта величина всегда является обратно-квадратичной. Область затухания – просто способ ограничить некоторые части сцены от испускаемого источником света, чтобы уменьшить количество вычислений, необходимых для рендеринга сцены.

Use (Применить) – включает ослабление света на расстоянии. На рис. 2.41 отображены окна проекций с расстановкой источников света и включенной опцией **Use** параметра **Far Attenuation**.

Show (Отобразить) – показывает диапазон затухания в окнах проекций: для прожекторного источника света – в виде конуса, для остальных источников – в виде сферы. По умолчанию в светлой цветовой схеме пользовательского интерфейса 3ds Max начало затухания отображается светло-коричневой сферой, конец затухания –

темно-коричневой сферой, см. рис. 2.42. В темном пользовательском интерфейсе начало затухания отображается светло-синей сферой, конец затухания – темно-синей.



На заметку: несмотря на то что чекбокс выключен, диапазон затухания всегда отображается, пока выделен источник света.

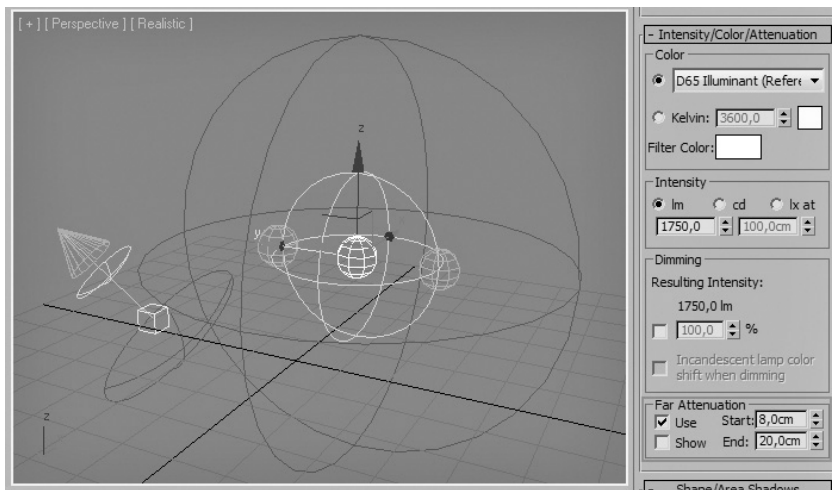


Рис. 2.42. Использование параметра **Far Attenuation** и отображение его влияния в окне проекции

Start (Начало затухания) – задает дистанцию, где начинается затухание света.

End (Конец затухания) – задает дистанцию, где заканчивается затухание света и его интенсивность равна 0.

Shape/Area Shadows (Форма/«Пространственные» тени)

EMIT LIGHT FROM (SHAPE)
(Группа ФОРМА ИЗЛУЧАТЕЛЯ)

Выпадающий список формы источника света. В этом списке можно выбрать тип и форму источника света, например точечный, линейный, сферический и т. д. Здесь же после выбора опре-

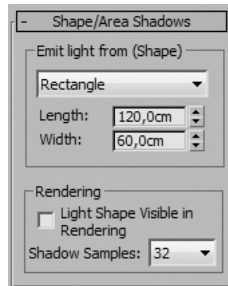


Рис. 2.43.
Свиток **Shape/**
Area Shadows
фотометрических
источников света

деленной формы появляются параметры изменения размера формы: для линейного источника света – длина, для сферического – радиус и т. д. В группе **Rendering** можно выбрать количество сэмплов для построения теней от объектов в сцене.



На заметку: чем больше размер формы источника света, тем больше необходимо указать количество сэмплов для построения мягких теней.

RENDERING (Группа ОТОБРАЖЕНИЯ)

Light Shape Visible in Rendering (Отображать форму источника света при рендеринге) – при включении чекбокса форма источника света отображается при рендеринге в виде свечения, при выключенном же – форма источника не отображается, но тем не менее испускает свет и освещает сцену.

Shadow Samples (Теневые сэмплы) – данный выпадающий список содержит несколько множителей сэмплирования лучей построения тени для источника света. Чем большее количество сэмплов, тем качественнее изображение при визуализации, но за счет более продолжительного времени рендеринга.



На заметку: в окнах проекций в режиме **Realistic** с отображением мягких теней можно предварительно отследить качество

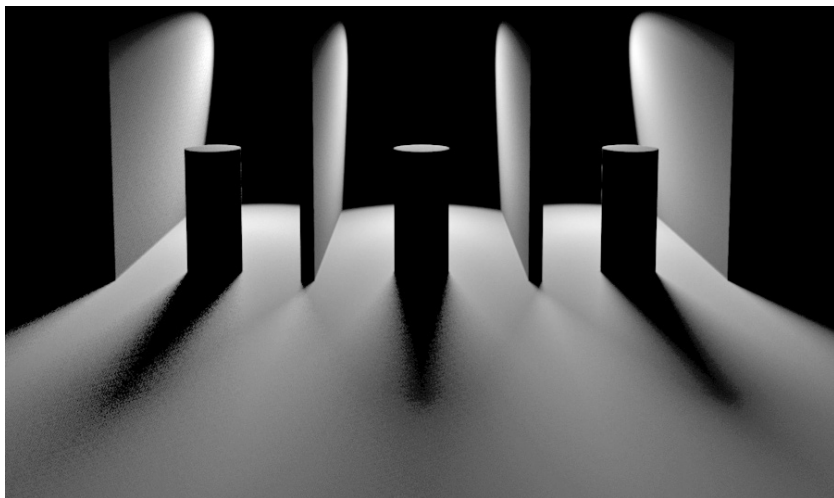


Рис. 2.44. Множитель сэмплинга мягких теней:
2 (слева); 8 (в центре); 32 (справа)

теней от источников света в сцене. На рис. 2.45 ниже показан пример одного и того же источника света с различными параметрами множителя сэмпинга мягких теней.

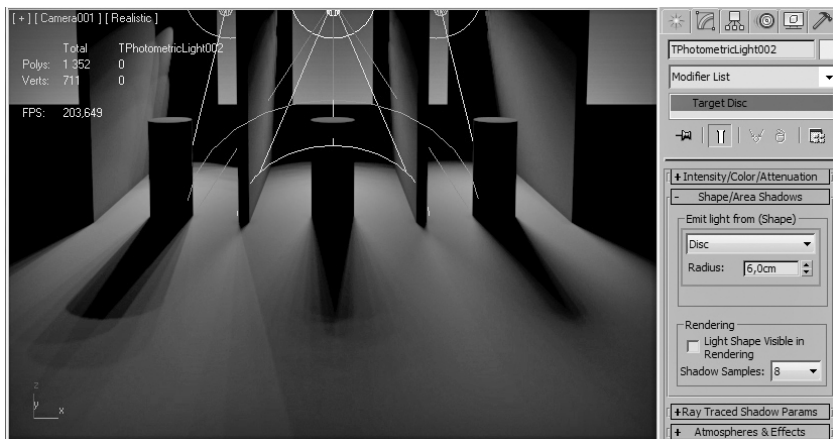


Рис. 2.45. Множитель сэмпинга мягких теней в окне проекции: 2 (слева); 8 (в центре); 32 (справа)

Данный параметр воздействует только на «пространственные» тени, то есть тени от источников света, которые имеют хоть какой-либо объем излучающей поверхности света, исключение составляет источник света с бесконечно удаленной точкой излучения света – Point.

Формирование теней

Методы трассировки лучей применяются также при построении (формировании) теней. Они формируются на разных уровнях сложности, позволяя реалистично воссоздать спад теней на расстоянии, то есть построить мягкую тень. Алгоритмы трассировки лучей требуют много ресурсов для вычисления теней, что дает изображению больший реализм, поскольку принимаются во внимание физические параметры, оказывающие влияние на свет и тень.

Помимо трассировки лучей, существует метод построения теней *Картами теней*, это способ хранения теней в файлах изображений, называемых *файлами карт теней*, с целью их неоднократного применения. Этот подход формирования теней широко применяется в анимации. Качество теней зависит от разрешения карты теней. А у теней,

формируемых методом трассировки лучей, нет такой зависимости. Поэтому для архитектурной визуализации лучше применять методы трассировки лучей для построения теней в сцене.

Тени типа Ray Traced Shadows

В mental ray существуют три разных алгоритма, определяющих порядок расчетов теней: **Regular** (Регулярный), **Sort** (Сортирующий) и **Segment** (Сегментирующий).

Регулярный алгоритм для формирования теней обеспечивает самый быстрый процесс расчета теней трассировкой лучей, так как он вообще не требует сортировки поверхностей и объектов в определенном порядке до расчетов лучей построения теней, поэтому рекомендуется применять именно его для тестирования освещения.

Сегментирующий алгоритм формирования теней. Принцип действия данного алгоритма формирования теней основывается на возможностях двух алгоритмов (регулярного и сортирующего). Это более сложный алгоритм формирования теней, поддерживающий эффекты объемных теней, как тени в пыльном или задымленном помещении.

Физические шейдеры, например Arch & Design-материалы, воссоздают сложные эффекты поглощения и пропуска света. Для таких материалов целесообразно использовать сегментирующий алгоритм построения теней, поскольку он позволяет имитировать влияние поглощения света на тени внутри объема объекта.

Свиток с параметрами настройки построения теней методом трассировки лучей содержит следующие параметры:

- **Ray Bias** (Смещение луча) – задает минимальное расстояние от объекта до точки на сцене, которую может затенять этот объект. Обычно этот параметр никогда не делают равным 0, чтобы точки объекта не отбрасывали тени сами на себя.
- **2 Sides Shadows** (Двухсторонние тени) – установка этого чекбокса активирует формирование теней от всех граней объекта. Если же этот чекбокс снят, то тени формируются только теми гранями поверхностей, которые обращены нормальными в сторону источника света, рис. 2.47.
- **Max Quadtree Depth** (Максимальная глубина квадратичного дерева). Quadtree представляет собой проекцию сцены из точки обзора источника света. Корневой узел quadtree содержит

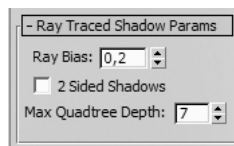


Рис. 2.46. Свиток **Ray Traced Shadow Params** фотометрических источников света

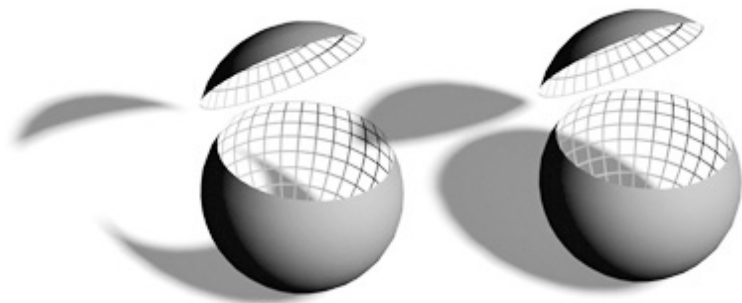


Рис. 2.47. Параметр **2 Sided Shadows** выключен (слева); включен (справа)

список объектов, которые видимы из этой точки. Если видимых объектов слишком много, узел генерирует четыре других узла, каждый из которых представляет собой четверть видимой области с объектами, находящимися в этой четверти. Этот процесс адаптивно продолжается до тех пор, пока каждый узел не будет содержать малое количество объектов или не достигнута величина глубины дерева (которая может быть установлена для каждого источника света).

Каждый луч света должен быть протестирован на пересечение с объектами только в одной группе узлов квадратичного дерева. Это помогает ускорить процесс рейтрейсинга. Обычно увеличение максимальной глубины дерева может ускорить рейтрейсинг ценой увеличения используемой памяти.



На заметку: `omni` может генерировать до 10 четверичных деревьев, поэтому точечный свет, от которого отбрасываются тени, использует больше памяти и времени рендера, чем `spotlight`.

Более подробно о разделении сцены на части при использовании трассировки лучей описано в пятой главе («Визуализация и трассировка лучей»).

Тени типа `mental ray Shadow Map`

Map Size (Размер карты) – задает размер карты тени. Для увеличения качества теней следует выбирать больший размер карты. Но не стоит забывать об использовании оперативной памяти компьютера.

Sample Range (Интервал усреднения) – определяет размер области по краю тени, в пределах которой будут формироваться тени с мягкими размытыми краями.

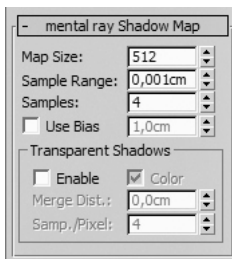


Рис. 2.48. Свиток **mental ray Shadow Map** фотометрических источников света

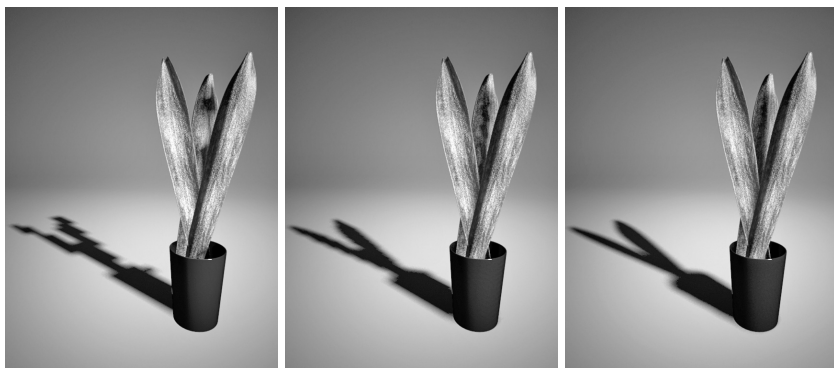


Рис. 2.49. Параметр **Map Size**: 64 (слева); 512 (в центре); 1024 (справа)

Samples (Сэмплы) – устанавливает количество сэмплов для формирования тени с мягкими размытыми краями.

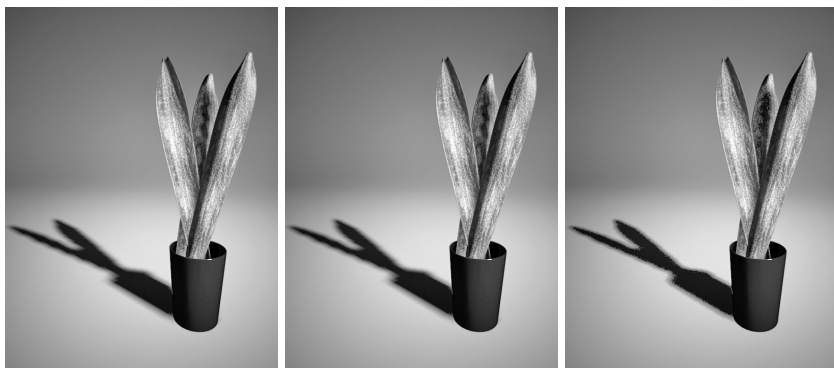


Рис. 2.50. Параметр **Samples**: 2 (слева); 4 (в центре); 8 (справа)

Use Bias (Использовать смещение) – установка этого чекбокса активирует счетчик, в котором задается величина смещения тени от отбрасывающего ее объекта.

TRANSPARENT SHADOWS (ПРОЗРАЧНЫЕ ТЕНИ)

Enable (Включить) – установка этого чекбокса включает в расчет прозрачные тени и каустику.

Color (Цвет) – при установке чекбокса на цвет тени влияет цвет геометрической поверхности, на которую она падает. Снятие этого чекбокса уменьшает расход оперативной памяти во время рендеринга.

Merge Dist (Расстояние слияния) – в данном счетчике устанавливается минимальное расстояние между объектами, при котором они считаются индивидуальными. Если объекты расположены ближе, чем указано в *Merge Dist.*, то карта теней рассчитывается для них как к одному целому объекту. По умолчанию данный параметр имеет значение 0. Увеличение параметра *Merge Dist.* позволяет сэкономить оперативную память, но отрицательно влияет на качество теней.

Samp./ Pixel (Сэмплы/пикселей) – в данном счетчике устанавливается значение сэмплинга, которое используется для генерации пикселей карты теней. Увеличение данного параметра улучшает качество теней за счет увеличения времени рендеринга.

Система дневного освещения

В 3ds Max входят специальные источники – имитаторы реалистичного дневного освещения. Они помогают установить дневное освещение сцены в несколько кликов мышью. Но в то же время они обладают достаточной гибкостью, позволяя настраивать такие параметры, как высота горизонта, цвет неба, состояние атмосферы, облачность и даже точное географическое положение. Эти источники света в связке называются **Daylight system** (Система дневного освещения).

При создании **Daylight system** 3ds Max предложит активировать экспозицию. Появится диалоговое окно, в котором можно ее активировать нажатием кнопки **Yes** (Да). Либо можно активировать экспозицию вручную позже. Помимо этого, откроется запрос на создание *mr Physical Sky* в качестве окружения.

В *mental ray* в состав системы дневного освещения входят *mr Sun*, *mr Sky* и *mr Physical Sky* (речь о которых пойдет далее в этом разделе). Также необходимо учесть и контроль экспозиции *mr Photometric Exposure Control*, описанный ранее в этой главе.

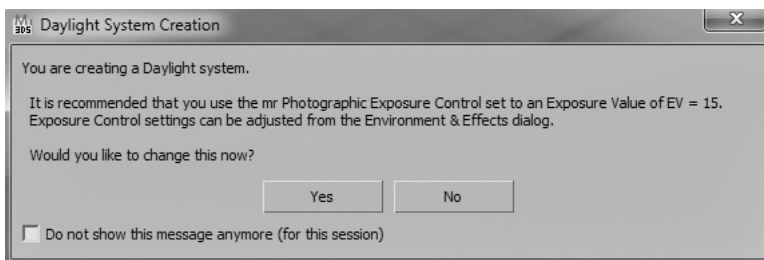
Рис. 2.51. Пример экстерьера, освещенного **Daylight system**

Рис. 2.52. Диалоговое окно активации экспозиции

Рис. 2.53. Диалоговое окно установки **mr Physical Sky** в качестве окружения

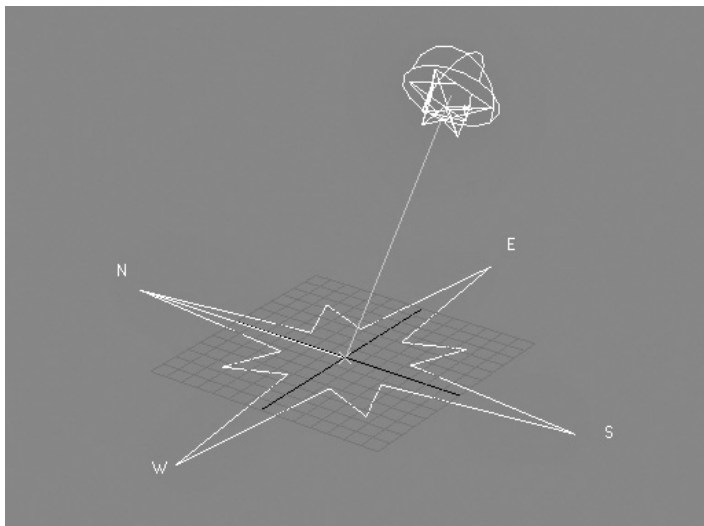


Рис. 2.54. Представление **Daylight system** в окне проекции

Ниже на трех иллюстрациях (рис. 2.55–2.57) представлена одна и та же сцена, освещенная отдельными элементами системы дневного освещения.

Положение системы дневного освещения можно задать с учетом географического положения, времени года и суток, а также можно расположить ее вручную.

Управление географическим положением и временем расположено на **Command Panel** (Командная панель) вкладки **Motion** (Движение).



На заметку: если сцена, визуализированная с системой дневного освещения, темная, проверьте настройки экспозиции.

DAYLIGHT PARAMETERS (ПАРАМЕТРЫ ДНЕВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ)

В свитке **Daylight Parameters** (Параметры дневного света) можно указать источники света для солнца и неба, в нашем случае это *mr Sun* и *mr Sky*. Также можно активировать и деактивировать тот или иной источник.



Рис. 2.55. Источник mr Sun имитирует только направленное освещение солнцем



Рис. 2.56. Источник mr Sky имитирует всенаправленное рассеянное освещение небосводом



Рис. 2.57. Шейдер окружения mr Physical Sky предоставляет визуализацию солнечного диска и неба, помимо этого, он воздействует на отражения и преломления в материалах объектов сцены

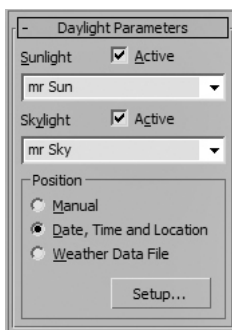


Рис. 2.58. Параметры дневного освещения
Daylight System

POSITION (ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖЕНИЯ)

Manual (Вручную) – при включении режима установки положения солнца вручную можно устанавливать угол наклона и положение дневного света независимо от места положения и времени суток, но тем не менее освещение будет зависеть от угла падения лучей: чем

ближе к горизонту находится источник дневного света, тем более темное освещение, имитирующее вечернее или утреннее время.

Date, Time and Location (Дата, время и локация) – при включении режима географического положения можно указать время и место расположения источника дневного света нажатием на кнопку **Setup** (Установка).



На заметку: при установке этого режима настройка интенсивности непосредственно в *mr Sun* или *mr Sky* никак не влияет на освещение.

Weather Data File (Файл данных погоды) – при включении режима данных погоды можно выбрать файл данных, содержащий погодные условия, из формата EPW.

Setup (Установки) – эта кнопка дает доступ к настройкам системы дневного освещения, текущего режима положения.

Географическое положение и время

Рассмотрим наиболее важные настройки географического положения и времени суток системы дневного освещения. Для этого в свитке **Control Parameters** (Управляющие параметры) установите нужное вам время и дату в соответствующих полях рисунка. В счетчике **Time Zone** (Часовой пояс) укажите номер часового пояса. Установка флажка **Daylight Savings Time** (Летнее время) позволяет учесть переход на летнее время со сдвигом на 1 час – рис. 2.59 (слева). Затем вы-

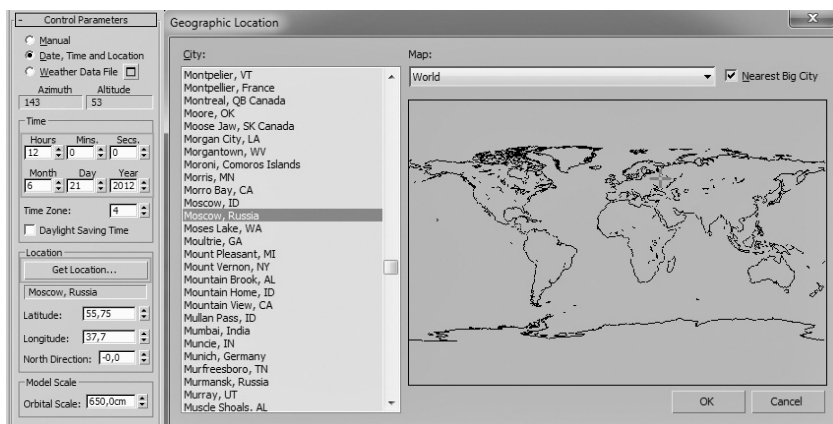


Рис. 2.59. Установка времени (слева) и географического местоположения (справа)

берите географическое местоположение. Для этого нажмите кнопку **Get Location** (Задать местоположение). Появится диалоговое окно **Geographic Location** (Географическое положение), рис. 2.59 (справа).

Выберите карту нужного континента в раскрывающемся списке **Map** (Карта). Обновится изображение карты. Щелкните мышью в нужную вам локацию, чтобы задать нужную точку карты. При установке чекбокса **Nearest Big City** (Ближайший большой город) указатель будет устанавливаться в точку расположения ближайшего к указанному месту города из списка **City** (Город) в левой части диалогового окна.

Источники дневного освещения в mental ray

Источниками света и инструментами для имитации дневного освещения в mental ray являются: *mr Sun*, *mr Sky*, *mr Sky Portal*, шейдер *mr Physical Sky*.

Для достижения наиболее реалистичных результатов лучше всего использовать все вышеперечисленные компоненты в системе *Daylight*, причем в связке – например, параметр *Red/Blue Tint*, который присутствует в источнике света солнца и неба, а также в шейдере окружения *mr Physical Sky*. Каждый компонент описан далее в главе.



На заметку: окна проекции 3ds Max поддерживают интерактивное отображение связки дневного освещения, *mr Sun* и *mr Sky*.

Для начала рассмотрим отдельно параметры источника света *mr Sky*.

mr Sky Parameters (Параметры mr Sky)

Источник *mr Sky* – это фотометрический все-направленный источник света (небосвод), который служит для имитации рассеянного света небосвода.

On (Включено) – включает и выключает источник света.

Multiplier (Множитель) – множитель яркости света. Значение по умолчанию *1.0*.

Ground Color (Цвет земли) – цвет «поверхности» земли.



На заметку: на рис. 2.61 показано влияние цвета земли на отраженный свет на



Рис. 2.60. Параметры *mr Sky* системы дневного освещения

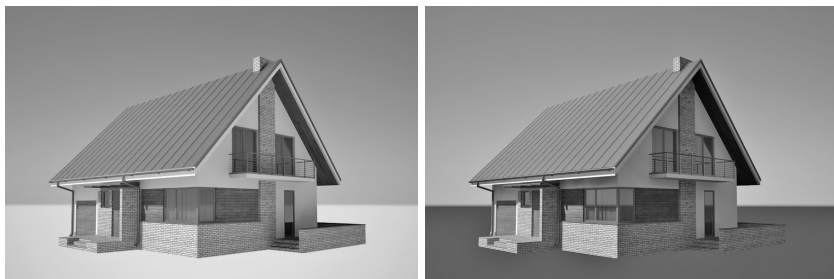


Рис. 2.61. Примеры влияния **Ground Color** на глобальное освещение

стенах дома, помимо этого, «поверхность» земли не воспринимает тени от объектов сцены.

Sky Model (Модель неба) – в этом выпадающем списке можно выбрать одну из трех моделей неба: *Haze Driven*, *Perez All Weather*, *CIE*.

Мы рассмотрим одну из этих моделей **Haze Driven** (Управляемое дымкой).

Дымка – равномерная световая вуаль, возрастающая по мере удаления от наблюдателя и заволакивающая части ландшафта. Является результатом рассеяния света на взвешенные в воздухе частицы и молекулы воздуха.

Дымка уменьшает контраст изображения, а также влияет на четкость теней. См. также **Aerial Perspective** (Воздушная перспектива), описанная ниже в этом разделе.

Haze (Дымка) – число твердых частиц в воздухе. Возможные значения от 0.0 (абсолютно чистой атмосферы) до 15.0 (максимально «запыленной»). Значение по умолчанию 0.0.



Рис. 2.62. Влияние параметра **Haze** на атмосферу сцены:
0.0 (слева); 5.0 (в центре); 10.0 (справа)

MR SKY ADVANCED PARAMETERS (РАСШИРЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ MR SKY)

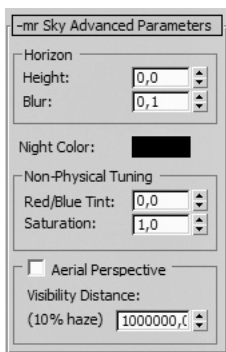


Рис. 2.63. Дополнительные параметры mr Sky

HORIZON (ГОРИЗОНТ)

Height (Высота) – высота линии горизонта, отрицательные значения опускают линию, положительные – поднимают линию горизонта. Значение по умолчанию 0.0.

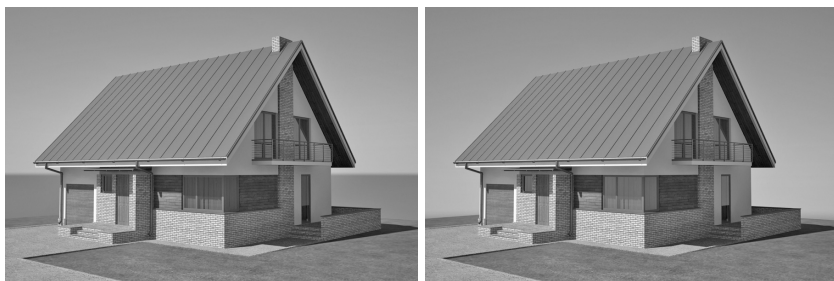


Рис. 2.64. Высота линии горизонта: 0.0 (слева); -0.6 (справа)



На заметку: высота горизонта воздействует лишь на визуальное представление в источнике света mr Sky. Помимо этого, оттенок горизонта также зависит от источника света mr Sun.

Blur (Размытие) – размытие линии горизонта. Большее значение делает линию горизонта более размытой и менее очевидной. Значение по умолчанию 0.1.

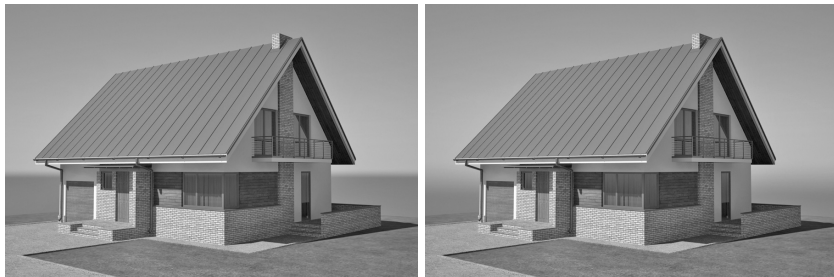


Рис. 2.65. Размытие линии горизонта: 0.2 (слева); 0.8 (справа)

Night Color (Цвет ночи) – минимальное «значение» цвета неба: имеется в виду, что небо никогда не будет темнее установленного здесь значения цвета.

NONPHYSICAL TUNING (НЕФИЗИЧЕСКИЕ НАСТРОЙКИ)

С помощью параметра этой группы можно искусственно подкрасить цвет неба холодными или теплым оттенками для придания изображению более художественного вида, в отличие от фотореалистичного изображения.

Red/Blue Tint (Оттенки красный/синий) – значение по умолчанию – 0.0, что является физически правильным (имеет температуру цвета 6500 °K). Изменяя значение от -1.0 (насыщенный синий цвет) до 1.0 (насыщенный красный), можно подстроить цвет до придания нужного вам оттенка небу.



Рис. 2.66. Влияние параметра **Red/Blue Tint** на общую атмосферу сцены: -0.3 (слева); 0.1 (в центре); 0.4 (справа)

Saturation (Насыщенность) – задает насыщенность, значение по умолчанию 1.0. Значения выше 1.0 делают изображение более насыщенным.

AERIAL PERSPECTIVE (ВОЗДУШНАЯ ПЕРСПЕКТИВА)

Воздушная перспектива – это такое природное явление, когда по мере удаления предметов от глаз наблюдателя или камеры исчезают четкость и ясность очертаний. Объекты на удалении характеризуются уменьшением насыщенности цветов (контраст светотени смягчается, а цвет теряет свою яркость). Таким образом, дальний план кажется более светлым, чем передний план.

Явление воздушной перспективы связано с присутствием в атмосфере некоторого количества пыли, влаги, дыма и других мельчайших частиц. См. также **Haze** (Дымка), описанную выше.

Чекбокс **Aerial Perspective** (Воздушная перспектива) – этот чекбокс включает отображение воздушной перспективы.

Visibility Distance (Видимое расстояние) – в этом счетчике указывается расстояние влияния воздушной перспективы и диапазона видимости объектов.



Рис. 2.67. Чекбокс **Aerial Perspective** активирован, параметр **Visibility Distance**: 800см (слева); 1600 (в центре); 3200 (справа)

mr Sun Basic Parameters (Основные параметры mr Sun)

Источник *mr Sun* – это фотометрический направленный источник света, который служит для имитации прямого солнечного света. Он обычно применяется с вышеописанным источником *mr Sky* в системе *Daylight*, речь о которой пойдет далее в разделе «Дневной свет в mental ray». Источник света *mr Sun* предназначен для освещения сцен с фотометрической точностью.

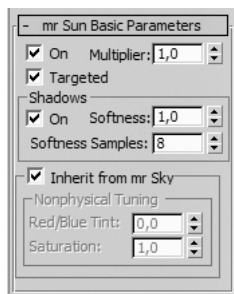


Рис. 2.68. Основные параметры *mr Sun*

On (Включено) – включает и выключает источник света.

Multiplier (Множитель) – множитель яркости света. Значение по умолчанию 1.0.

Targeted (Целенаправленный) – определяет, будет ли источник иметь цель.

SHADOWS (ГРУППА ТЕНИ)

On (Включено) – включает и отключает отбрасывание теней от объектов, освещенных источником света *mr Sun*.

Softness (Смягчение) – смягчение краев тени. Значение по умолчанию 1.0 соответствует реальному смягчению солнечных теней. Значение ниже делает тень более четкой, значение выше делает тень более мягкой и размытой.

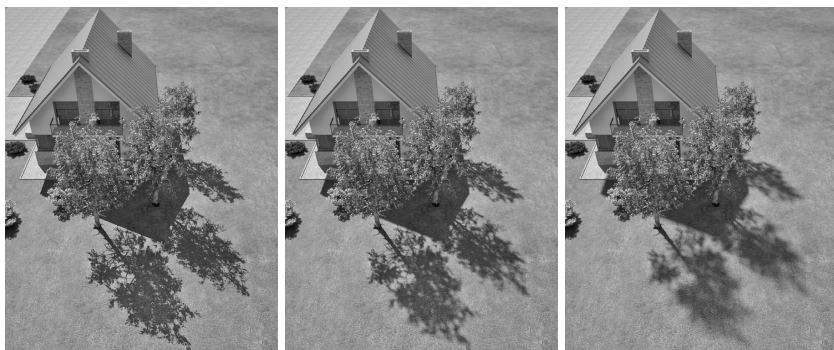


Рис. 2.69. Параметр **Softness**: 0,1 (слева); 1,0 (в центре); 3,0 (справа)

Softness Samples (Сэмплинг смягчения) – в этом счетчике устанавливается количество сэмплов для расчета тени. При значении, равном 0, генерируются жесткие тени, без какого-либо смягчения на расстоянии. В большинстве случаев достаточно значения по умолчанию, равного 8. На рис. 2.70 особенно заметно влияние сэмплинга теней на участке мягкой тени, падающей от дома.

Inherit from mr Sky (Наследовать от *mr Sky*) – группа параметров **Non-physical Tuning** (Нефизические настройки) становится доступной после отключения чекбокса **Inherit From mr Sky** (Наследовать из *mr Sky*). Значения этих параметров идентичны значениям *mr Sky* в группе **Nonphysical Tuning** (Нефизически корректные настройки). Для работы в связке системы *Daylight* лучше всего оставить чекбок *Inherit From mr Sky* включенным.

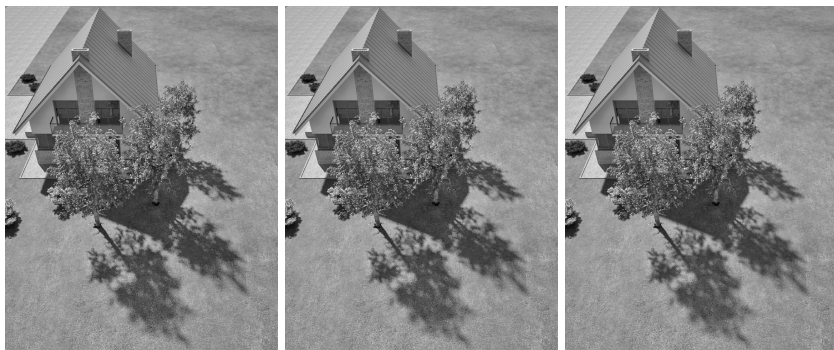


Рис. 2.70. Влияние сэмплинга на качество теней. Параметр **Softness** 2.0.
Параметр **Softness Samples**: 0 (слева); 4 (в центре); 12 (справа)

MR SUN PHOTONS (ФОТОНЫ MR SUN)

Эта функция имеет значение при использовании фотонных карт. Например, если у нас небоскреб и мы работаем над дизайном одной квартиры, то нет необходимости рассчитывать фотоны для всей сцены. Можно ограничить генерацию фотонов радиусом размером с окно (или группу окон) нашего проекта, тем самым сократив время рендеринга.

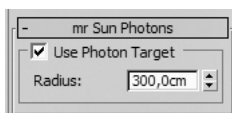


Рис. 2.71. Параметры настройки фотонов mr Sun

Use Photon Target (Использовать направление фотонов) – при включенном чекбоксе настройки радиуса отображаются в окнах проекции.

Radius (Радиус) – задает радиус генерации фотонов для *mr Sun*.

Шейдер окружающей среды mr Physical Sky

Шейдер окружения *mr Physical Sky* предназначен для использования связки источников света *mr Sun* и *mr Sky* рендерера mental ray. Большинство параметров в шейдере *mr Physical Sky* дублируются с *mr Sun*

и *mr Sky*. Но главное отличие их в том, что можно, помимо числового/цветового значения, использовать текстурные карты.



На заметку: настройка параметров становится доступной в редакторе материалов. Для редактирования необходимо перетащить шейдер *mr Physical Sky* из диалогового окна **Environment** в редактор материалов в режиме **Instance** и продолжить работу как с обычным элементом редактора материалов (текстурной картой, материалом или шейдером).

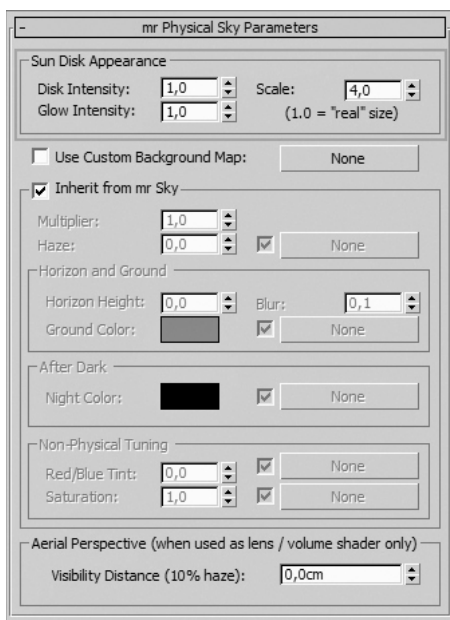


Рис. 2.72. Параметры солнечного диска *mr Sun*

SUN DISK APPEARANCE

(ОТОБРАЖЕНИЕ СОЛНЕЧНОГО ДИСКА)

Используйте эти параметры для настройки визуального представления солнца на небе.

Disk Intensity (Интенсивность солнца) – этот параметр отвечает за интенсивность и яркость солнца.

Glow Intensity (Интенсивность свечения) – этот параметр задает интенсивность свечения ореола вокруг солнца.

Scale (Масштаб) – размер солнечного диска.



Рис. 2.73. Интенсивность свечения диска солнца: 3.0 (слева); 0.1 (справа)



Рис. 2.74. Масштаб солнечного диска: 1 (слева); 4 (в центре); 8 (справа)

Use Custom Background Map (Использовать выборочную карту для фона) – при включенной кнопке, но без текстуры фон становится прозрачным (отображается черным цветом). Это удобно для компоинга, например в Adobe Photoshop. Если установить текстуру в качестве фона, то она отображается при рендеринге. Но в любом случае *mr Physical Sky* все равно будет виден в отражениях и преломлениях.

На заметку: фон независимо от того, имеет он текстуру или же полностью прозрачен, отображается в альфа-канале.

Inherit from mr Sky (Наследовать от mr Sky) – группы параметров **Horizon and Ground** (Высота и поверхность «земли»), **After Dark** (Сумерки) и **Non-physical Tuning** (Нефизические настройки) становятся доступными после отключения чекбокса **Inherit From mr Sky** (Наследовать из mr Sky). Значения этих параметров идентичны значениям *mr Sky*, но, в отличие от *mr Sky*, в *mr Physical Sky* можно задать карту, помимо числового значения.

mr Skylight Portal Parameters (Параметры mr Skylight Portal)

Источник *mr Sky Portal* («Световой портал»), или, как его можно еще назвать, «Небо в окне», служит для имитации локального освещения интерьерных сцен небосводом.

Например, у нас есть многоэтажное строение, и мы работаем только с одной комнатой. Освещаем сцену с помощью *Daylight (mr Sun + mr Sky)*. Благодаря *mr Sky Portal* нет необходимости увеличивать параметры качества рендеринга, в частности *Final Gather* и *Global Illumination* (речь о которых пойдет далее в книге) из-за недостатка сэмплов в интерьере. Ведь нам необходимо осветить только комнату через окно. Весь окружающий свет небосвода *skylight* локализуется в источнике *mr Sky Portal*, тем самым освещая уже не всю сцену целиком, а только интерьер.



Важно: использовать *mr Sky Portal* в связке с *Daylight (mr Sun + mr Sky)* нужно с включенным глобальным освещением и применением фотографической экспозиции.

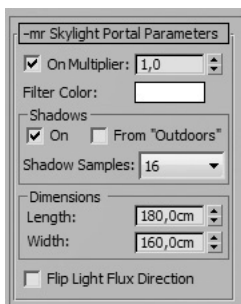


Рис. 2.75. Параметры «световых порталов»

On (Включено) – включает и выключает освещение из *mr Sky Portal*.

На рис. 2.76 показано влияние источников света *mr Sky Portal* на освещение интерьеров дневным светом. На рисунке слева: предустановленные параметры *Final Gather Medium*; источники света *mr Sky Portal* отключены; время рендера 2 мин 48 сек. На рисунке справа: предустановленные параметры *Final Gather Draft*; источники света *mr Sky Portal* включены; время рендера 3 мин 20 сек.



Рис. 2.76. *mr Sky Portal* выключен (слева); включен (справа)

Как видно из примера, применение *mr Sky Portal* влияет на качество освещения сцены, но за счет большего времени рендеринга.

Multiplier (Множитель) – усиливает силу света. Например, если установить 2.0, то свет из *mr Sky Portal* будет в два раза ярче.

Filter Color (Цвет фильтра) – задает оттенок света, поступающий снаружи.

Dimensions (Размер) – размеры источника *mr Sky Portal*. Можно изменить его ширину и высоту. Направление светового потока указывает вектор в центре источника *mr Sky Portal*. Освещенность помещения напрямую зависит от размера источника *mr Sky Portal*. Лучше всего задавать размеры *mr Sky Portal* такие же, как и оконные проемы.



Рис. 2.77. *mr Sky Portal* размером в половину оконного проема (слева); *mr Sky Portal* размером с оконный проем (справа)

SHADOWS (Тени)

On (Включено) – включает и выключает расчет теней.

From «Outdoors» (Снаружи) – по умолчанию тени от объектов, освещенных *mr Sky Portal*, отбрасывают тени, но только внутри помещения. Объекты, находящиеся снаружи, не генерируют и не отбра-

сывают теней от *mr Sky Portal*. Но это можно изменить, активировав опцию **From «Outdoors»**. При активации этого чекбокса, помимо генерации теней, возрастает и время рендеринга. Если в сцене нет объектов, которые находятся снаружи и не должны отбрасывать тени в интерьер, лучше всего эту опцию оставлять отключенной.

Shadow Samples (Сэмплинг тени) – управляет качеством теней. При низком сэмплинге тени кажутся зашумленными, это особенно видно на выделенной области на рис. 2.78. В этом случае следует увеличить сэмплинг, однако это приведет к увеличению времени рендеринга.



Рис. 2.78. Параметр **Shadow Samples**: 2 (слева); 16 (справа)

Flip Light Flux Direction (Повернуть направление потока света) – инвертирует направление светового потока. Свет исходит только в одном направлении, вектор в центре источника *mr Sky Portal* указывает это направление.

ADVANCED PARAMETERS

(РАСШИРЕННЫЕ НАСТРОЙКИ)

Visible to Renderer (Видимый при визуализации) – при включенном чекбоксе источник света *mr Sky Portal* видим при рендеринге, что позволяет скрыть объекты, находящиеся позади источника света *mr Sky Portal*.

Transparency (Прозрачность) – изменение цвета прозрачности не влияет на свет, исходящий из *mr Sky Portal*, но влияет на затемнение объектов, находящихся за *mr Sky Portal*. Например, это позволяет уменьшить пересвет объектов, находящихся «снаружи» помещения, освещаемого *mr Sky Portal*.

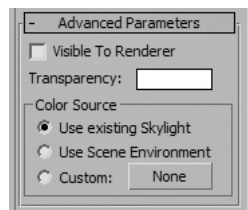


Рис. 2.79. Дополнительные параметры «световых порталов»

COLOR SOURCE (Источник цвета)

Задаёт источнику света *mr Sky Portal*, откуда следует выводить освещение, доступны три варианта источника:

- **Use existing Skylight** (Использовать существующий цвет неба) – использовать присутствующий источник света небосвода (*skylight*). Это значение установлено по умолчанию, здесь используются *mr Sky light* и карта окружения *mr Physical Sky* совместно. При использовании всех этих источников света в связке с параметрами по умолчанию к сцене применяется освещение небосводом, имитирующим реалистичное освещение.
- **Use Scene Environment** (Использовать окружение сцены) – использовать карту окружения из диалогового окна **Environment** (Окружение).
- **Custom** (Выборочно) – использовать выборочную карту в качестве освещения. После нажатия кнопки **None** откроется **Material/Map Browser** (Обозреватель материалов и карт), в котором можно выбрать карту.

Поддерживаемые параметры источников света iray

В отличие от *mental ray*, рендерер *iray* поддерживает не все параметры фотометрических источников света в *3ds Max*. Использование некоторых параметров просто отпадает само собой из-за алгоритмов просчета, яркий пример этому – сэмплинг теневых лучей. Но некоторые параметры, такие как дымка или воздушная перспектива, пока не поддерживаются из-за технологических и временных ограничений, возможно, в будущих релизах *3ds Max* они будут поддерживаться рендерером *iray*.

На рис. 2.80 показаны параметры фотометрических источников света, *mr Sky Portal* и система дневного освещения *mental ray*.



На заметку: все параметры вкладки **mental ray Indirect Illumination** любого источника света игнорируются рендерером *iray*.

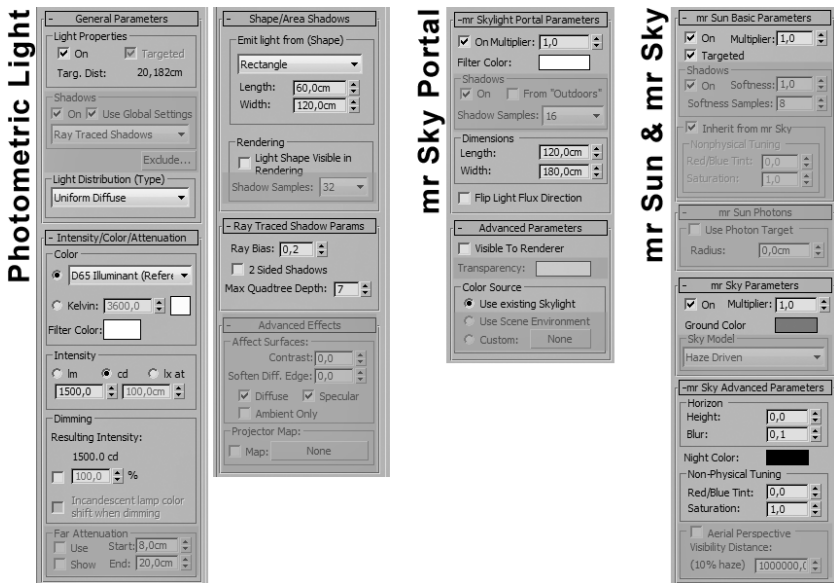


Рис. 2.80. Поддерживаемые параметры фотометрических источников света в 3ds Max рендерере iray

Теперь у вас уже есть не только базовые знания mental ray и опыт рендеринга в интерактивном режиме iray. Вы также уже знаете теорию света и можете настроить освещение вашего проекта. Можете самостоятельно установить необходимые параметры источников света и настроить экспозицию. Далее будут рассмотрены материалы и их свойства.



Глава

3

Шейдеры и материалы

Термин **shader** (затенитель) часто одинаково используется и для материалов, и для карт. В 3ds Max этот термин имеет сразу несколько значений: шейдер mental ray (кусочек кода, отвечающий за часть алгоритмов просчета), процедурная карта, применяющаяся к материалу, и сам материал, имеющий весь комплекс настроек и слоты для карт.

Термин «шейдер» чаще всего используется для описания процедурной карты и является компонентом, используемым в материале, таком как, например, noise, для эффектов типа Glare или окружения Physical Sky.

Материалы библиотеки Autodesk (Autodesk Materials)

Библиотека материалов Autodesk представляет собой набор типов материалов, адаптированных под конкретные поверхности, часто используемые в архитектурной и предметной визуализации (дерево, камень, стекло, пластик и т. д.), и набор готовых настроенных материалов. Материалы из этой библиотеки имеют очень простые и понятные настройки и специально оптимизированный код для более

быстрого и эффективного рендеринга. Но самое главное – библиотека едина для различных приложений Autodesk и позволяет осуществлять передачу параметров материалов между этими приложениями. Поддерживаются следующие приложения Autodesk: AutoCAD, Inventor, Revit Architecture и т. д. При этом обеспечивается однозначное соответствие данных и визуального стиля материалов в разных программах.

Например, параметры материала Autodesk Wood White Oak в Autodesk Revit 2013 будут идентичны параметрам этого же материала в 3ds Max Design 2013. В библиотеке Autodesk насчитывается более 1200 материалов.

Перечисленные достоинства являются также и недостатком – мы не можем настраивать материалы более гибко, так как количество параметров для того или иного типа материалов ограничено.

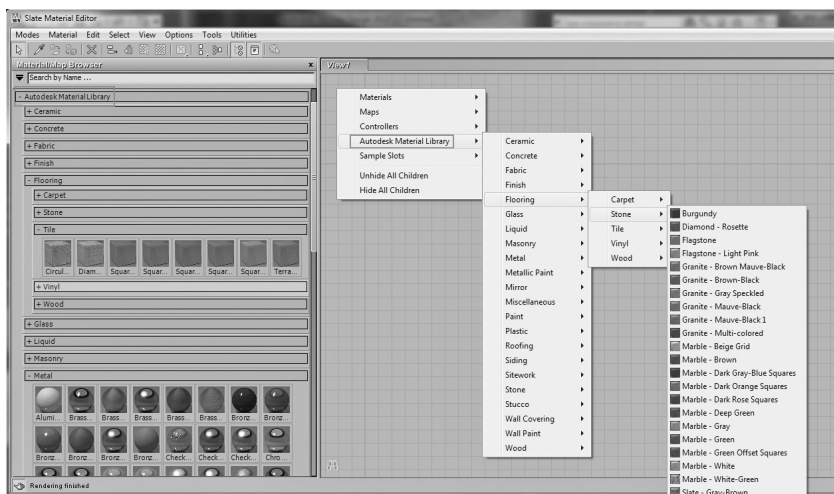


Рис. 3.1. Пример библиотеки Autodesk

Для создания материалов с физическими свойствами реального мира, а также дополнительными параметрами, обеспечивающими более гибкое управление качеством и производительностью, лучше всего использовать материал Arch & Design, речь о котором пойдет далее в главе.

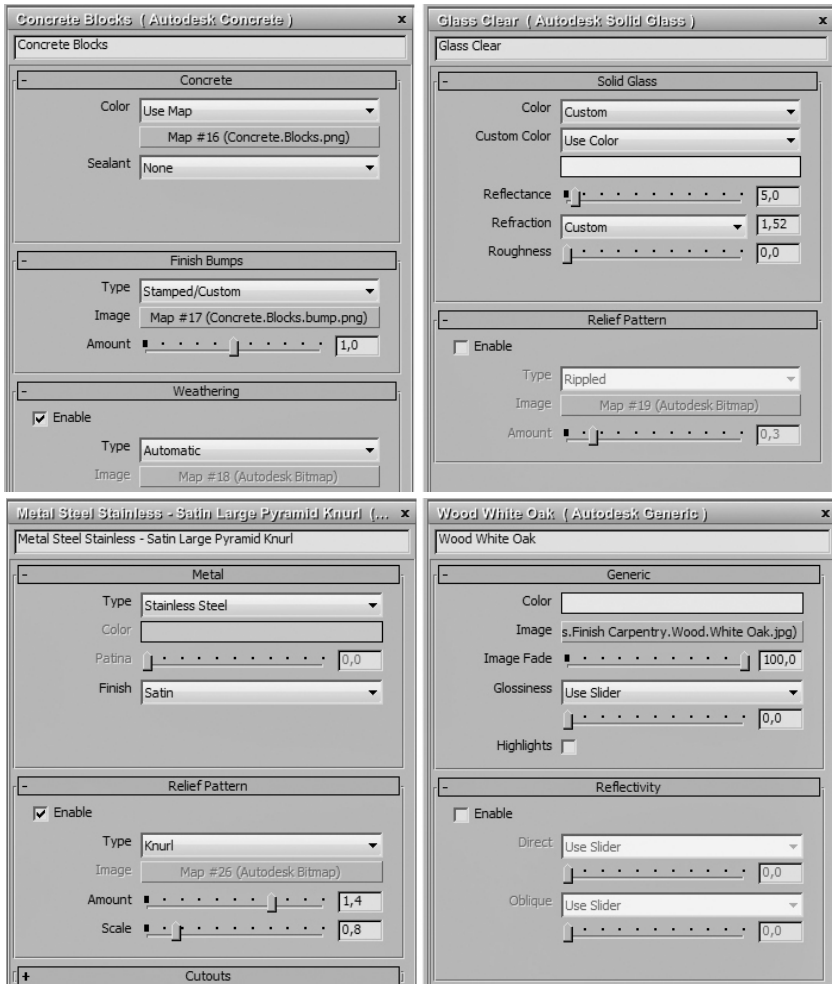


Рис. 3.2. Пример материалов библиотеки Autodesk

Обзор Slate Material Editor

Начиная с версии 3ds Max 2011, был добавлен новый редактор материалов *Slate Material Editor* (SME).

Благодаря Slate Material Editor сложные материалы можно создавать легко и быстро. Использовать одну и ту же текстуру в несколь-

ких материалах, комбинировать их и при этом не запутаться, где и какие связи используются, благодаря схематичному отображению компонентов материалов.

SME – это мощный инструмент манипулирования материалами узловым методом (*node-based*). Он дает наглядное графическое представление материалов и карт, их взаимосвязи, входные и выходные соединения шейдеров (связи).

Узлы отображаются кружками, активные узлы подсвечиваются зеленым цветом и имеют линию-связь красного цвета, на рис. 3.3 показаны диалоговое окно SME и схема материалов с различными связями материалов и текстур.

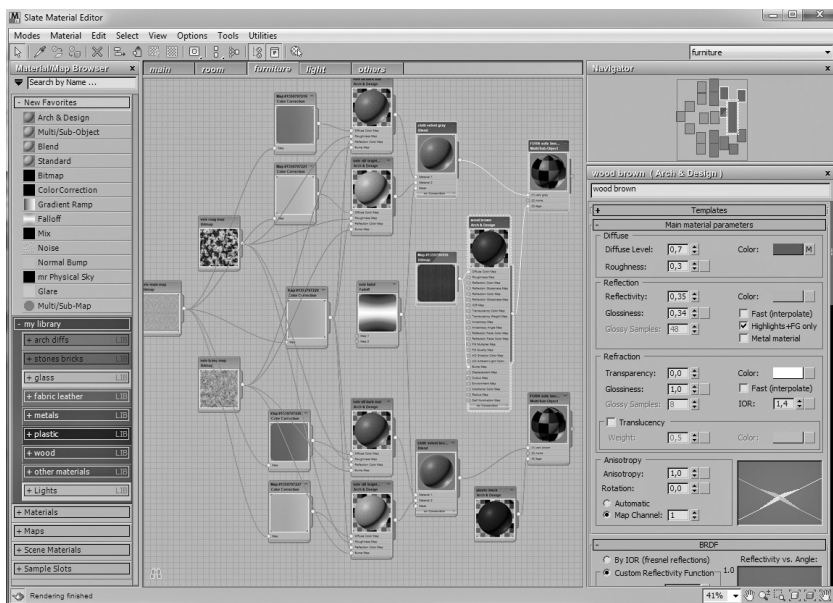



Рис. 3.3. Редактор материалов **Slate Material Editor**

Для открытия редактора материалов Slate Material Editor пройдите **Rendering** ⇒ **Material Editor** ⇒ **Slate Material Editor**. Или на главной панели инструментов, удерживая левую кнопку мыши на кнопке материала, выберите .

В левой части окна SME находится **Material/Map Browser**, который позволяет просматривать существующие текстуры и материалы, а также создавать новые. Здесь же находятся библиотеки готовых

материалов. Еще можно создавать свои библиотеки. **Material/Map Browser** может хранить в себе множество библиотек материалов и текстур. Центральная часть SME – это рабочая область редактора связей текстур и материалов. Редактор параметров и область навигации находятся в правой части редактора SME. Снизу справа находятся кнопки управления навигацией по рабочей области (рис. 3.4), они схожи с кнопками навигации окон проекций 3ds Max.

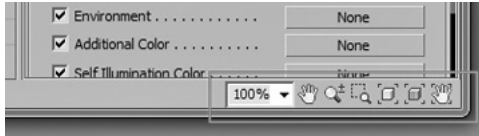



Рис. 3.4. Кнопки навигации рабочей области

SME полностью совместим со всеми картами и материалами в 3ds Max. Классический редактор материалов, который теперь называется **Compact Material Editor (CME)**, также доступен. Для переключения между типами редактора материалов зайдите в меню **Rendering** ⇒ **Material Editor** (Визуализация ⇒ Редактор материалов). Или на главной панели инструментов, удерживая левую кнопку мыши на кнопке материала, выберите .

Для комфортной работы с материалами в редакторе SME и назначения их объектам сцены лучше использовать мониторы с большой диагональю, например 20 и более дюймов. Если вам все же не хватает рабочей области, вы можете временно закрыть отдельные палитры SME. Например, навигацию, Material/Map Browser или редактор параметров.

Текстурные и процедурные карты

Для большей производительности 3ds Max хранит текстуры в оперативной памяти между процессами рендеринга. Если мы обновляем текстуру в программах обработки изображений, то нам нужно ее обновить и в редакторе материалов, чаще всего это происходит автоматически, но если этого не произошло, можно обновить текстуру вручную. В редакторе материалов, параметрах необходимой текстурной карты, в свитке **Bitmap Parameters** (Параметры карты) нажмите на кнопку **Reload** (Перезагрузить), рис. 3.5.

Можно использовать текстуры в различном разрешении, в среднем используются текстуры с разрешением 1000 × 1000. Но так как

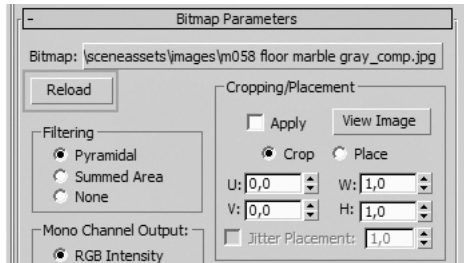


Рис. 3.5. Перезагрузка текстурной карты

объем оперативной памяти ограничен, для текстур с высоким разрешением 4000×4000 и более можно использовать *Bitmap Proxies* и *mental ray Map Manager*, о которых речь пойдет в четвертой главе.

Параметрические карты Substance

Благодаря новой библиотеке процедурных карт Substance стало возможным достичь широкого спектра вариаций внешнего вида текстурных карт. Динамические карты, относящиеся к типу Resolution Independent, занимают ничтожный объем места на жестком диске, по сравнению с аналогичными растровыми картами. Всего насчитывается порядка 80 различных типов процедурных текстур Substance.

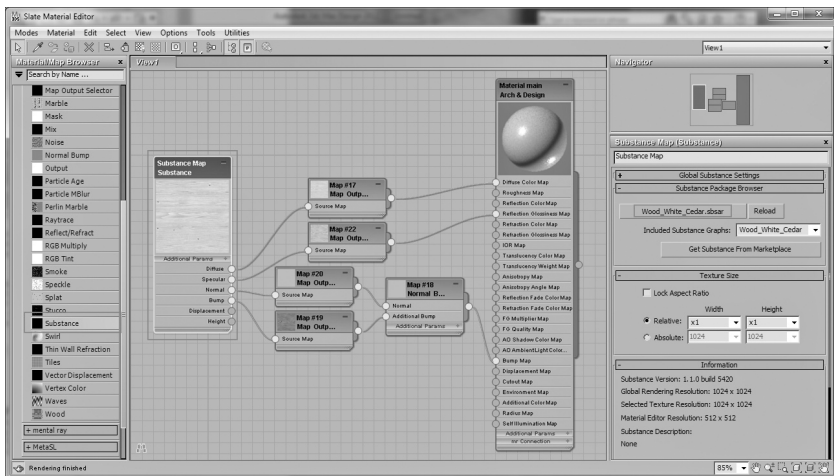


Рис. 3.6. Пример применения процедурной карты Substance к материалу Arch & Design

Для доступа к текстуре **Substance** выберите в **Material/Map Browser** ⇒ **Maps** ⇒ **Standard** ⇒ **Substance**. Затем выберите файл-шаблон текстуры из папки с текстурами 3ds Max.

Arch & Design-материал

Arch & Design – это материал, сделанный с поддержкой большинства свойств материалов, используемых в архитектурной и предметной визуализации.

Рассмотрим наиболее важные функции:

- **Шаблоны:** дают быстрый доступ к настройкам комбинаций для основных материалов;
- **Физическая корректность:** материал подчиняется закону сохранения энергии;
- **Глянцевые характеристики:** повышенная производительность путем интерполяции глянцевых отражений;
- **Регулируемый BRDF** (*bidirectional reflectance distribution function*): возможность задать зависимость интенсивности отражения от угла зрения;
- **Скругленные углы:** эмулирует фильтры, позволяющие острым краям объекта реалистично обрабатывать свет;
- **Управление вторичным освещением:** устанавливает точность Final Gather или уровень вторичного освещения на основе материала;
- **Встроенный Ambient Occlusion:** для контрастных теней и улучшения мелких деталей.

При рендеринге с использованием материала Arch & Design рекомендуется использовать фотографическую экспозицию *mr Photographic Exposure Control* с гамма-коррекцией (экспозиция описана во второй главе, гамма-коррекция – в первой главе).



На заметку: цветовой диапазон среднестатистического монитора нелинейный. Например, у нас есть цвет со значением RGB 100 100 100, и если мы увеличим его до значений RGB 200 200 200, то мы не получим цвет ярче в 2 раза, как казалось бы. Это не ошибка. Из-за нелинейности восприятия нашим глазом цвета любой предыдущий цвет в последовательности воспринимается в два раза ярче, чем последующий. Поэтому важно использовать гамму 2,2.

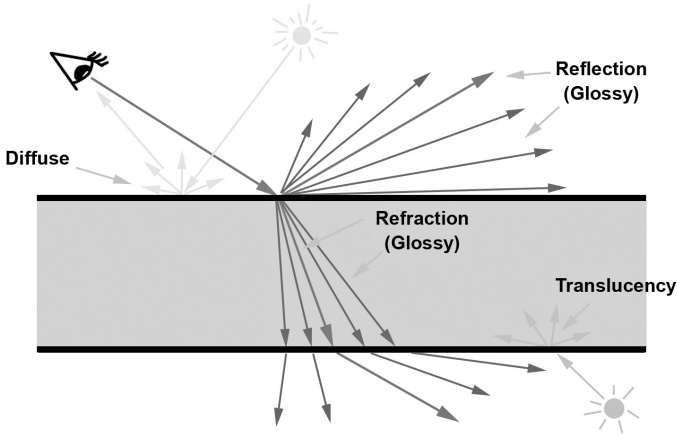


Рис. 3.7. Модель шейдера Arch & Design

Модель шейдера состоит из трех компонентов: **Diffuse** – диффузный (основной цвет); **Reflections** – глянцевые анизотропные отражения с бликами; **Refraction** – глянцевые анизотропные прозрачность и **Translucency** – полупрозрачность, как показано на рис. 3.7.

Прямой и отраженный свет из сцены порождает диффузные отражения и эффект полупрозрачности (источники прямого света также создают блики).

Конечная отражательная способность поверхности в реальности состоит из суммы трех компонентов: **Diffuse + Reflections + Highlights** (точечные блики, которые симулируют отраженные источники света), рис. 3.8.



Рис. 3.8. Элементы отражения материала Arch & Design

Сохранение энергии

Одна из наиболее важных характеристик материала Arch & Design – способность автоматического сохранения энергии. Это значит, что значение **Diffuse + Reflections + Refractions** всегда будет меньше или равно единице. Другими словами, энергия не создается магическим образом, и весь свет, попадающий на объект, правильным образом преобразуется в диффузию, отражения и преломления.

Например, при добавлении способности отражения энергия должна откуда-то взяться, следовательно, уровень диффузии и прозрачности будет автоматически настроен. Так же при эффекте прозрачности часть уровня диффузии уходит на прозрачность, рис. 3.9.



Рис. 3.9. Сохранение энергии материала Arch & Design на примере отражения; значения отражения, слева направо: 0,00; 0,25; 0,50; 0,90

Правила таковы:

- прозрачность берет энергию из диффузии, так что 100%-ная прозрачность означает полное отсутствие диффузии;
- отражение берет энергию из диффузии и прозрачности, так что 100%-ное отражение означает полное отсутствие диффузии и прозрачности.

Сохранение энергии также означает, что уровень бликов привязан к глянцевости поверхности. Высокое значение параметра глянцевости отражений делает блики узкими и интенсивными, тогда как меньшее значение делает их шире и менее интенсивными. Это происходит потому, что энергия во втором случае распространяется на большую площадь поверхности материала.

Прозрачность: полнотелый против тонкостенного

Эффект прозрачности/полупрозрачности делит объекты на **Цельные** (*Solid*) и **Тонкостенные** (*thin-walled*).

Если бы все объекты были только цельными, то любые окна в интерьере были бы смоделированы из двух поверхностей: входящая поверхность, которая преломляет свет в одном направлении, и поверхность выхода, следующая сразу за входящей поверхностью, в которой преломленный свет приобретает первоначальное направление.

Это не только добавляет работы по моделированию, но также это напрасная трата мощности компьютера на рендеринг, чтобы симулировать двойное преломление. Опция тонкостенного объекта позволяет смоделировать все оконные стекла как один объект – плоскость, которая изначально правильно преломляет свет.

На рис. 3.10 кабина вертолета, оконное стекло, полупрозрачная занавеска и сфера справа сделаны из тонкостенного материала. Тогда как пластиковая лошадь, кубок и сфера слева используют цельный материал.



Рис. 3.10. Прозрачность: цельный против тонкого

Далее рассмотрим интерфейс материала Arch & Design более детально.

Интерфейс Arch & Design-материала

Templates (Свиток шаблонов). Позволяет получить доступ к предустановкам материала Arch & Design для быстрого создания разных типов материалов, таких как дерево, стекло, металлы и др. Также можно использовать шаблоны в качестве начальной точки для создания собственных материалов. При выборе шаблона из выпадающего списка появится описание материала с левой стороны панели.

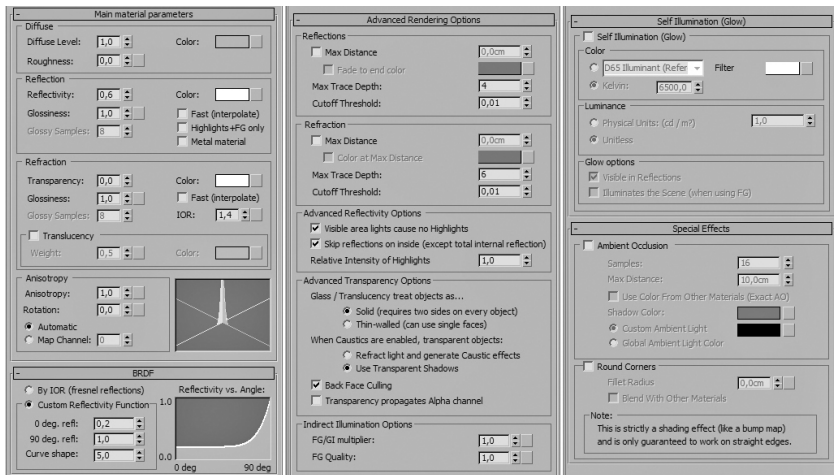


Рис. 3.11. Некоторые свитки с параметрами и настройками Arch & Design-материала

Main Material Parameters (Основные параметры материала)

DIFFUSE (ГРУППА ДИФфуЗИЯ)

Diffuse Level (Уровень диффузии) – уровень диффузии регулирует яркость диффузного компонента цвета. 1 означает полное диффузное отражение, а 0 – его отсутствие.

Color (Цвет) – управляет диффузным цветом. Цвет задается в числовом виде от 0 до 1 для каждого канала RGB (Red – красный, Green – зеленый, Blue – синий). Для того чтобы установить цвет



Рис. 3.12. Параметры диффузного цвета

в 256-разрядной системе, необходимо в поле ввода значения цвета нажать **Ctrl+N** и в появившемся окне калькулятора написать формулу. Допустим, для канала G (зеленого цвета) нам необходимо значение 96. В калькуляторе мы пишем элементарное выражение $96/255$, после чего нажимает кнопку **Paste** (Вставить), и в канал G у нас установится значение 0,376, эквивалентное значению 96, рис. 3.13.

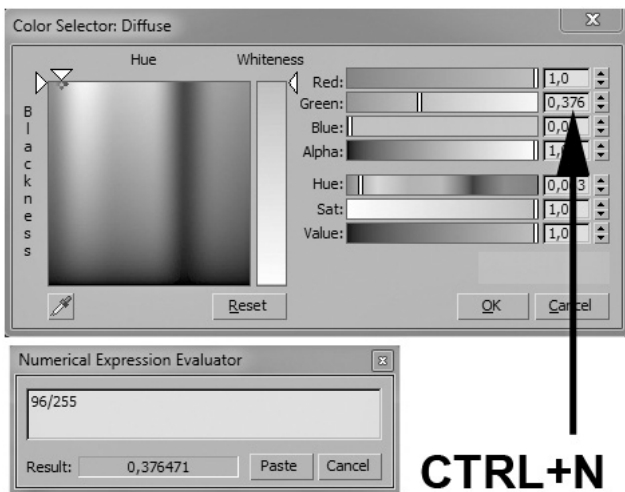


Рис. 3.13. Преобразование значений цвета

Стоит отметить, что не рекомендуется в диффузном цвете использовать чистые цвета, то есть значения цвета, равные 0,0 или 1,0. Вместо этого нам лучше устанавливать минимальные значения не ниже 0,025, а максимальные – не выше 0,90. *Но это касается только диффузного цвета.*

Roughness (Шероховатость) – устанавливает, насколько быстро компонент диффузии переходит в компонент внешнего окружения. Диапазон – от 0.0 до 1.0. Но при увеличении значения поверхность становится более «запыленной».



Рис. 3.14. Значения **Roughness**, слева направо: 0,00; 0,25; 0,50; 1,00

REFLECTION (ГРУППА ОТРАЖЕНИЯ)

Reflectivity (Отражение) – общий уровень отражаемости. Значения **Reflectivity** (Отражаемость) и **Color** (Цвет) складываются и определяют уровень отражения и интенсивность точечных бликов.



Рис. 3.15. Настройка отражений

Уровень отражения также зависит от угла зрения на поверхность и берется из кривой BRDF. Интерфейс этой кривой позволяет определить отражение нулевого градуса для поверхности, обращенной к камере, и 90-градусное отражение для поверхности, перпендикулярной к камере. Подробнее о кривой BRDF речь пойдет далее в этой главе.

Color (Цвет) – общий цвет отраженного света.

Glossiness (Глянцев) – определяет глянец поверхности, диапазон от 1,0 (абсолютное зеркало) до 0,0 (диффузно-отражающая поверхность).



Рис. 3.16. Градация параметра **Glossiness**, слева направо: от 1,00 до 0,10 с шагом 0,10

Glossy Samples (Сэмплы глянцевости) – определяет максимальное число сэмплов (лучей), которые mental ray испускает для создания глянцевых отражений. Более высокое значение замедляет рендеринг, но дает более сглаженный результат. Более низкое значение ускоряет рендеринг, но результат получается зернистый. Обычно 32 сэмплов вполне достаточно для большинства случаев.

Данная опция доступна, когда *Глянцевость* меньше 1,0. Потому что Глянцевость со значением 1,0 создает «идеально зеркальное отражение» и бессмысленно испускать множество лучей в данном случае. Следовательно, испускается только один отражающий луч.



На заметку: если Glossy Samples установить значение 0, то отражение будет идеально зеркальным и испускаться будет только один луч, несмотря на действительное значение **Glossiness**. Вы можете использовать это для большей производительности для поверхностей с очень слабыми отражениями. Блики остаются зависимыми от значения **Glossiness**.

Глянцевым отражениям нужно трассировать лучи для достижения гладкого результата. Это может повлиять на производительность. По этой причине материал содержит две особые опции, разработанные для улучшения производительности во время рендеринга.



На заметку: стоит отметить, что отраженные самосветящиеся материалы (речь о которых пойдет дальше) могут вызвать зашумленное отражение. В этом случае необходимо увеличить количество сэмплов.

Fast (interpolate) (Быстрый интерполированный) – когда опция включена, алгоритм сглаживания позволяет использовать лучи повторно, сглаживая их. Результат – быстрые и сглаженные отражения в ущерб точности и реалистичности. Интерполяция объясняется более детально далее в свитке **Fast Glossy Interpolation** (Быстрая глянцевая интерполяция).

Highlights+FG only (Только блики и FG) – когда опция включена, mental ray не трассирует фактических лучей. Вместо этого показываются только блики, также эмулируются мелкие отражения с помощью Final Gathering.

Режим **Highlights + FG Only** не требует дополнительного времени рендеринга, по сравнению с использованием неотражающих (диффузных) поверхностей, но тем не менее может дать впечатляющие результаты. Для элементов переднего плана она может и не подойти, но замечательно подходит для менее важных элементов сцены. Работает

лучше всего на материалах с малыми или замыленными отражениями, пример на рис. 3.17.



Рис. 3.17. Две чаши слева используют реальные отражения; правые используют опцию **Highlights + FG Only**

Metal material (Металлический материал) – металлические объекты влияют на цвет отражений, в то время как другие материалы – нет. Например, золотой слиток будет иметь отражения желтого цвета, а сфера из красного стекла не будет иметь красных отражений. Это свойство поддерживается через опцию **Metal Material** (Металлический материал).

Когда выключено – параметр **Reflection Color** определяет цвет, а параметр **Reflectivity** совместно с настройками *BRDF* определяет интенсивность отражений.

Когда включено – параметр **Diffuse Color** определяет цвет отражений, а параметр **Reflectivity** устанавливает «вес» между диффузными отражениями и глянцевыми (металлическими) отражениями.



Рис. 3.18. Простое отражение (**Metal Material** выключен) (слева); металлические отражения (**Metal Material** включен) (в центре); вариация **Reflectivity**=0.5, смешивает 50/50 между цветом отражения и цветом диффузных отражений (справа)

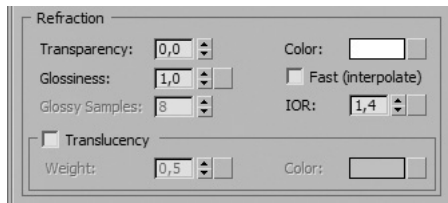
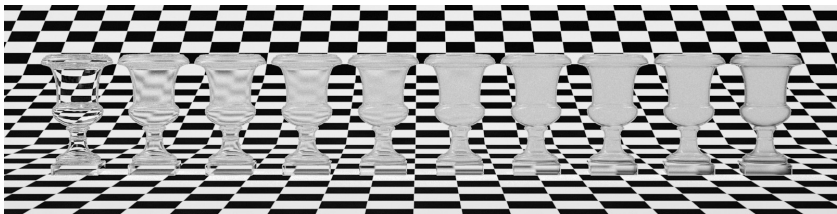
REFRACTION (Группа преломления)

Рис. 3.19. Настройка преломлений

Transparency (Прозрачность) – определяет уровень преломления, то есть прозрачности объекта.

Color (Цвет) – определяет цвет преломления. Этот цвет может быть использован для создания цветного стекла.

Glossiness (Глянец) – определяет шероховатость преломления/прозрачности. Диапазон от 1,0 (полностью чистый и прозрачный) до 0,0 (абсолютно диффузная размытая прозрачность). Значение по умолчанию = 1,0.

Рис. 3.20. Значения **Glossiness**, слева направо: от 1,00 до 0,50 с шагом 0,05

Fast (interpolate) Glossy Samples (Быстрый, интерполированный гляцевый сэмплинг) – когда опция включена, алгоритм сглаживания позволяет использовать лучи повторно, сглаживая их. Результат – быстрые и сглаженные отражения в ущерб точности и реалистичности. Интерполяция объясняется более детально далее в свитке **Fast Glossy Interpolation** (Быстрая гляцевая интерполяция).

IOR (Index Of Refraction) (Индекс преломления) – это мера, определяющая, на сколько луч отклонится, проходя в материале и выходя из него.

На рис. 3.21 слева чаша выглядит совсем нереалистично – практически невидима, цвет стекла во всех случаях имеет слегка голубоватый оттенок, чтобы хоть как-то показать IOR со значением 1,0. IOR со

значением 1,0 эквивалентно вакууму, и, естественно, невозможно использовать его в цельных объектах; также нет отражения в настройках материала. Чаши в центре и справа имеют отражения и преломления с различными коэффициентами IOR.



Рис. 3.21. Значения **IOR**, слева направо: 1,00; 1,33; 1,52; 2,00

Вместо стандартного отражения в IOR можно использовать режим BRDF для ручной настройки. Подробнее о кривой BRDF речь пойдет далее в свитке **BRDF**.

TRANSLUCENCY (Группа полупрозрачности)

Полупрозрачность обрабатывается как отдельный случай прозрачности; чтобы использовать полупрозрачность, изначально должен быть хоть какой-то уровень прозрачности. Реализация полупрозрачности в материалах Arch & Design связана с передачей света с обратных сторон объекта к его лицевым сторонам.

Translucency (Полупрозрачность) – когда включено, при рендеринге добавляется остаточная полупрозрачность.

Weight (Вес) – определяет, какая часть существующей прозрачности используется в качестве полупрозрачности. Например, если



Рис. 3.22. Значения **Weight**, слева направо: 0,20; 0,45; 0,60; 1,00

Weight равен 0.0 – вся прозрачность используется в качестве прозрачности. Если Weight равен 0.3, то есть 30% прозрачности идут на полупрозрачность.

Полупрозрачность используется в основном в тонкостенных материалах (как на примере выше) вроде занавесок, рисовой бумаги и подобных эффектов.

Color (Цвет) – цвет полупрозрачности.

ANISOTROPY (ГРУППА АНИЗОТРОПИИ)

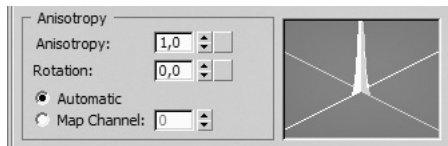


Рис. 3.23. Параметры анизотропных отражений

Anisotropy (Анизотропия) – управляет формой зеркального блика. При значении 1,0 зеркальный блик круглый: это означает отсутствие анизотропии. При значении 0,01 или выше 1,0 зеркальные блики вытянутые, как показано на рис. 3.24 и 3.25.

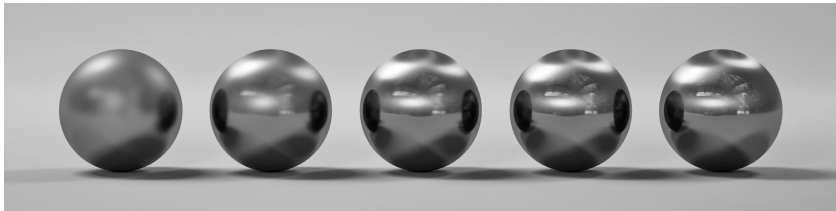


Рис. 3.24. Параметр **Anisotropy**, слева направо: 1,00; 2,50; 5,00; 7,50; 10,00

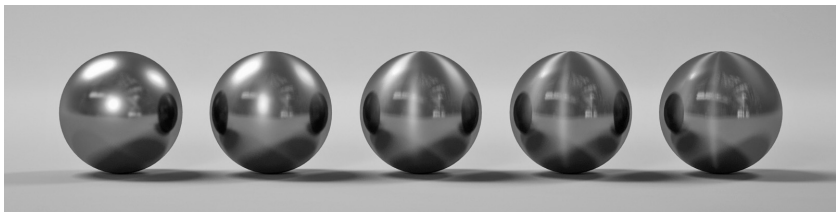


Рис. 3.25. Параметр **Anisotropy**, слева направо: 1,00; 0,50; 0,20; 0,10; 0,05

Rotation (Вращение) – изменяет ориентацию зеркального блика. Окно просмотра показывает изменения в ориентации. Это значение

может быть от 0,0 до 1,0, где 1,0 равно 360° . Например, значение 0,25 равно 90° , а 0,5 равно 180° . Значение по умолчанию 1,0. На рис. 3.26 показаны примеры вращения анизотропии.

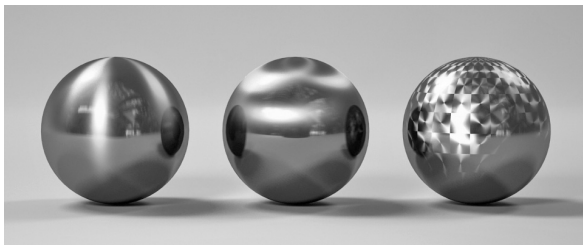


Рис. 3.26. **Anisotropy Rotation:** 0,00 (слева); 0,25 (в центре); по текстурной карте (справа)



На заметку: при использовании анизотропного вращения на основе текстурной карты убедитесь, что к текстуре не применен фильтр антиалиасинга. Этого можно добиться путем установки параметра **Blur** карты в значение 0,01. Иначе пиксели после антиалиасинга примут форму завихрений и будут выглядеть как артефакты.

Automatic/MapChannel (Автоматическое/По каналу карты) – позволяет вам выборочно применить анизотропию к определенному каналу карты.

Если канал карты установлен в режим **Automatic**, вращение будет производиться на основе локальной системы координат объекта. Если будет другое значение (другими словами, другое значение канала карты), пространство, определяющее направления растягивания бликов, извлекается из пространства этого канала текстуры – см. рис. 3.26, сфера справа.

Как отражение зависит от угла обзора?

В реальном мире отражение поверхности часто зависит от угла обзора. Так можно определить, насколько сильно отражает материал, когда рассматривается с разных углов.

Множество материалов ведут себя именно так. Наиболее наглядные примеры: стекло, вода и другие диэлектрические материалы с эффектом Френеля, где зависимость от угла определяется индексом рефракции (IOR). Этот эффект в материалах Arch & Design определяется индексом преломления и также позволяет настроить два значения отражения для:

- граней, угол которых равен 0° (поверхность направлена прямо на камеру);
- граней, угол которых равен 90° (поверхности направлены под углом 90° к камере).

Данный эффект материалов называется BRDF – **функция двунаправленного распространения отражений** (*bidirectional reflectance distribution function*). Настройки этой функции управляют отражающими способностями материала и делают их зависимыми от угла обзора данной поверхности объекта. Модель отражений BRDF показана на рис. 3.27.

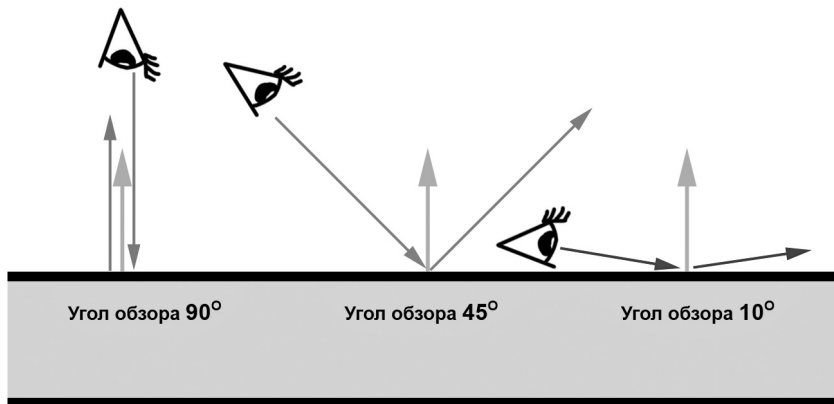


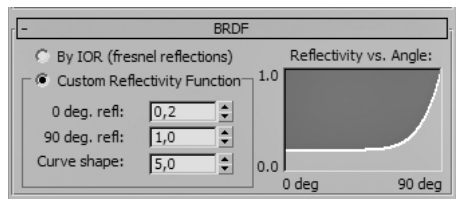
Рис. 3.27. Модель BRDF Arch & Design-материала



Рис. 3.28. Эффект **BRDF** на примере материала напольного покрытия

BRDF (BRDF)

[BRDF method] (Метод BRDF) – позволяет выбрать метод применения кривой BRDF:

Рис. 3.29. Настройка **BRDF**

- **By IOR (Fresnel reflections)** (По IOR френелевское отражение) – при выборе этой опции отражательная способность, основанная на угле обзора, управляется индексом рефракции материала. Также известно как отражение Френеля и моделирует поведение большинства материалов.
- **Custom Reflectivity Function** (Выборочная функция отражения) – при выборе данной функции определяющими настройками отражений являются углы обзора:
 - **0 deg. refl.** (При 0 градусах) – определяет отражающую способность для поверхности, обращенной прямо к наблюдающему;
 - **90 deg. refl.** (При 90 градусах) – определяет отражательную способность для поверхности, перпендикулярной к точке обзора;
 - **Curve shape** (Форма кривой) – определяет спад кривой BRDF. Лучше всего изменять форму кривой для гибридных материалов (таких как полированное дерево) и металлов.

Reflectivity vs. Angle graph (График зависимости отражения от угла) – данный график описывает комбинированный эффект настроек *Выборочной функции отражения (Custom Reflectivity Function)*. На рис. 3.30 показан пример изменения графика в зависимости от изменения параметров *0 deg. refl.* и *90 deg. refl.*

На рис. 3.30 показан пример *Выборочной функции отражения (Custom Reflectivity Function)*. За исключением настройки параметров *Custom Reflectivity Function*, для всех четырех чаш применены одинаковые настройки материала: черный диффузный цвет – и установлено полное (зеркальное) отражение.

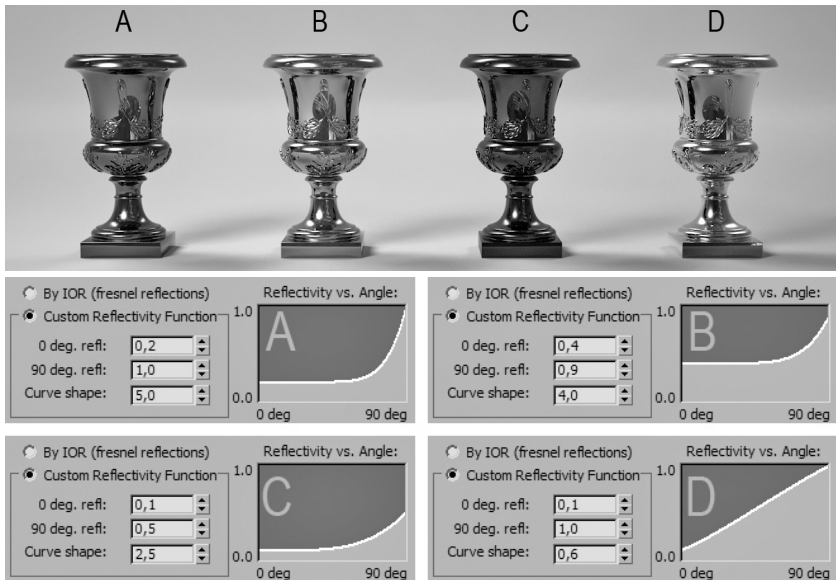


Рис. 3.30. Пример графиков зависимости отражения от угла с различными параметрами

Fast Glossy Interpolation (Ускоренная глянцевая интерполяция)

Глянцевые отражения и преломление могут быть интерполированы, для того чтобы ускорить рендеринг. Материалы с интерполяцией будут выглядеть более гладко. Интерполяция работает, предварительно вычисляя глянцевое отражение в сетке изображения. Число образцов (лучей), взятых в каждой точке, управляется параметром **Glossy**

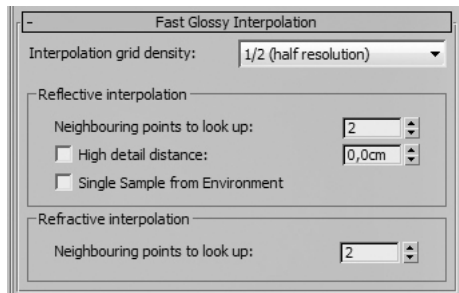


Рис. 3.31. Параметры настройки **BRDF**

Samples (Сэмплы глянцевоcти) группы **Reflection** (Отражение) свитки **Diffuse** (Группа диффузия), рис. 3.32.

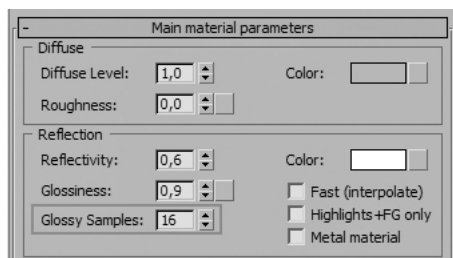


Рис. 3.32. Управление точками **Glossy Samples** для интерполяции



На заметку: интерполяция может вызвать артефакты. Особенно на сетке с относительно низкой разрешающей способностью, и поэтому некоторые детали теряются. Это также может вызвать чрезмерное сглаживание. По этой причине интерполяция полезна прежде всего по отношению к плоским поверхностям. Интерполяция некорректно работает с волнистыми и детальными объемными поверхностями или поверхностями, использующими карты bump.

Interpolation grid density (Плотность сетки интерполяции) – разрешение сетки используется для интерполяции глянцевых отражений и преломлений. Внутри сетки данные хранятся и разделяются по точкам. При использовании сетки с низким разрешением расчет будет быстрее за счет большей потери детализации.

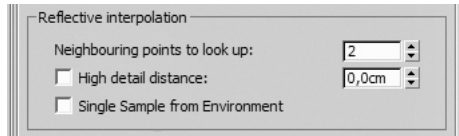
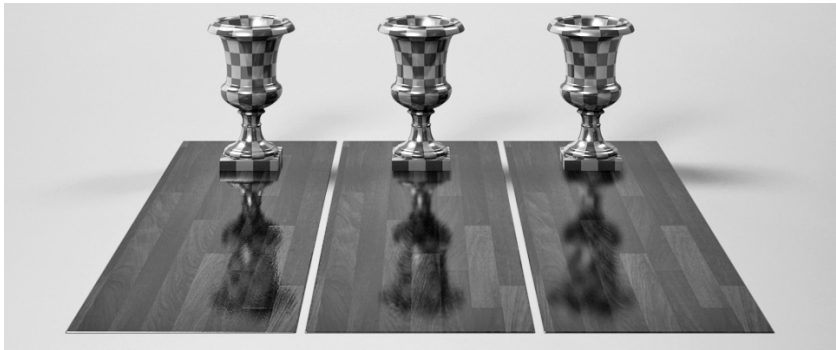
Можно выбрать одну из предустановок разрешения сетки интерполяции из раскрывающегося списка.

REFLECTIVE INTERPOLATION

(Группа интерполяции отражения)

Neighboring points to look up (Соседние точки, используемые для поиска) – задает количество хранящихся точек для поиска (в виде группы $N \times N$ вокруг точки, которая в данный момент просчитывается) для сглаживания глянцевого отражения. Значение 2 по умолчанию и более высокие значения сильнее размывают глянец, это чаще всего приводит к артефактам «переразмытия».

На рис. 3.34 к отражению поверхности пола не применено никакой интерполяции, и некоторая зернистость отражающейся чаши очевидна (в данном примере намеренно понижено количество сэмплов). На

Рис. 3.33. Параметры **BRDF**Рис. 3.34. Интерполяция отключена (слева); **Looking up 2 points** (в центре); **Looking up 4 points** (справа)

полу под второй чашей использовано 1/2 интерполяции с 2 точками (посередине) и 4 (справа) соответственно.

Рисунок 3.34 также иллюстрирует результат использования интерполяции: ножка левой чашки, ближе к полу, отражается вполне четко, и только часть чаши дальше от пола размыта. Несмотря на это, интерполированные отражения правой чаши имеют общий уровень размытия в результате сглаживания интерполяции. В большинстве сцен со слабыми глянцевыми отражениями это различие не будет заметно, но в некоторых случаях, например как с ножками столов и стульев, будет ощущаться нестыковка с глянцевым полом, если уровень отражения высокий. Чтобы решить это, мы можем использовать настройки **High Detail Distance**.

High detail distance (Детализация в зависимости от расстояния) – позволяет трассировать вторично лучи для создания реального (неинтерполированного) отражения объекта внутри заданного радиуса.

На рис. 3.35 все деревянные плитки используют интерполяцию, но на двух правых использованы разные значения детализации на расстоянии.

Это также позволяет сделать интересный трюк: установить в отражении **Glossy Samples**, равное **0**, которое визуализирует отражения

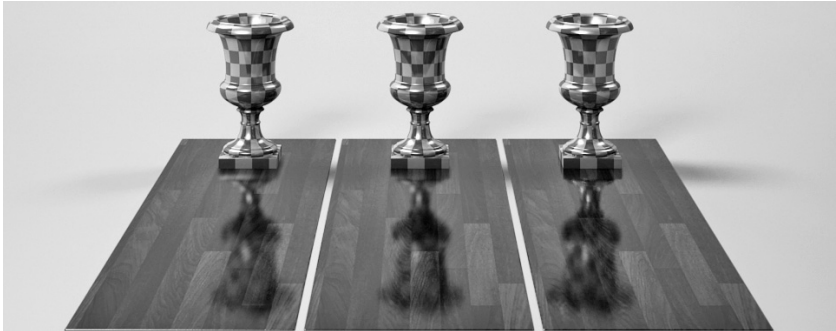


Рис. 3.35. **Detail distance** отключена (слева);
Detail distance 20 см (в центре); **Detail distance** 80 см (справа)

так, если бы они были идеально зеркальными, и попробовать параллельно применить интерполяцию для создания смазывания в этом отражении и по возможности использовать **High detail distance**, чтобы сделать ближайшие части менее размытыми. Это наиболее быстрый способ сделать глянцевые отражения.

Деревянные плитки на рис. 3.36 визуализированы с зеркальными отражениями, смазывание происходит только за счет интерполяции. Рендеринг происходит настолько быстро, насколько быстро обычно просчитываются чистые зеркальные отражения, к тому же дает достаточную иллюзию настоящих глянцевых отражений, особенно при использовании опции **High Detail Distance**, как на картинке справа.

На рис. 3.37 показано несколько примеров использования параметра **High detail distance** для материала паркета.

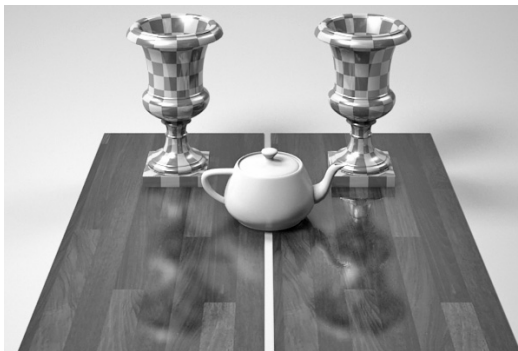


Рис. 3.36. Параметр **High detail distance**:
отключен (слева); включен (справа)

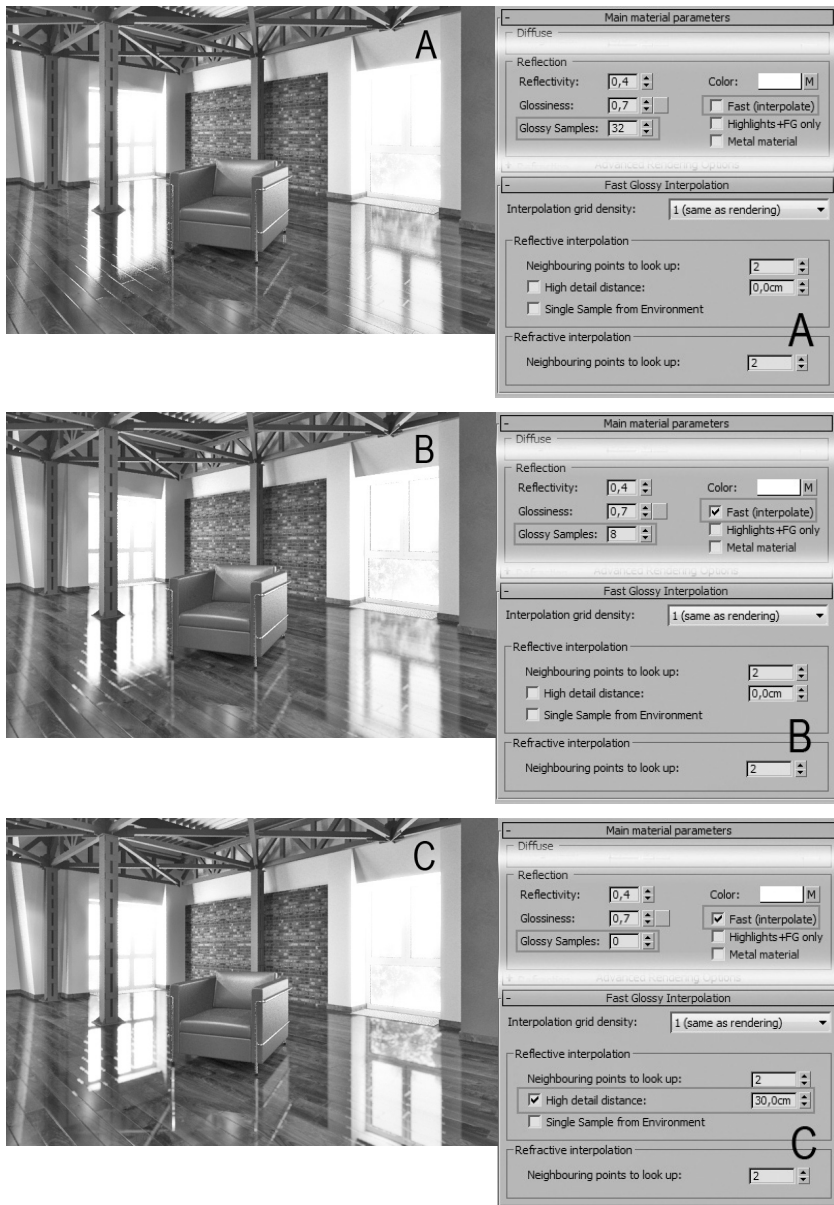


Рис. 3.37. Пример применения интерполяции отражения; время рендеринга для изображений: А 17 мин 16 сек; В 11 мин 53 сек; С 10 мин 48 сек

На изображении *B* рис. 3.37 включена опция использования интерполяции. Как мы видим, интерполяция обеспечивает более быстрый рендеринг за счет понижения количества сэмплов. Но платой за скорость является размытие отражения в тех местах, где его быть не должно. На изображении *C* рис. 3.37 ситуация с размытием отражения возле ножек кресла обстоит куда лучше благодаря включению опции **High Detail Distance** и установке радиуса действия данной опции. Вдобавок к этому мы отключили физически корректные отражения, установив нулевое количество сэмплов, тем самым оптимизировав еще время рендеринга.

Single Sample from Environment (Единичный образец из окружения) – создание реалистично размытых глянцевых отражений обычно требует использования множества сэмплов из окружения, что может привести к зернистости и медленному процессу рендеринга. При использовании этой опции *mental ray* берет только один сэмпл, предотвращая зернистость.

REFRACTIVE INTERPOLATION

(Группа интерполяции преломления)

Neighbouring points to look up (Соседних точек, используемых для поиска) – задает количество хранящихся точек для поиска (в виде группы $N \times N$ вокруг точки, которая рендерится в данный момент) для сглаживания глянцевого преломления. Значение 2 по умолчанию и более высокие значения сильнее размывают преломления, это чаще всего приводит к артефактам «переразмытия».

Принципы работы интерполяции преломления (**Refraction**) – те же, что и описанные ранее принципы интерполяции отражения (**Reflection**).

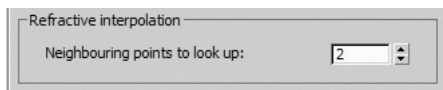


Рис. 3.38. Настройка интерполяции преломлений

Advanced Rendering Options (Дополнительные опции рендеринга)

Эти параметры определяют опции ускорения производительности.

REFLECTIONS (Группа отражения)

Max Distance (Максимальное расстояние) – позволяет лимитировать отражения в пределах определенной дистанции, что ускоряет

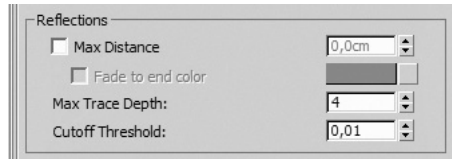


Рис. 3.39. Расширенная настройка параметров отражений

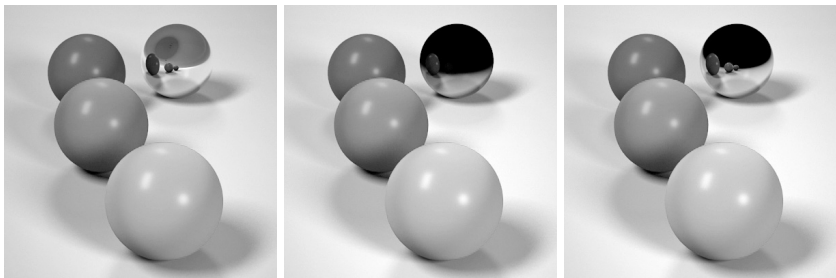


Рис. 3.40. Параметр **Max Distance**: выключен (слева); 75 см (в центре); 150 см (справа)

рендеринг, а также позволяет избежать отражений далеко находящихся предметов.

Fade to end color (Спад к конечному цвету) – при включении этой опции градиент отражений стремится к этому цвету. При отключенной опции градиент отражений стремится к цвету окружения. Первый предпочтителен для интерьерных (закрытых) сцен, второй – для экстерьерных (наружных). Доступно, только когда **Max Distance** включен.

Max Trace Depth (Максимальная глубина трассировки) – когда глубина трассировки соответствует указанному числу этого параметра, материал ведет себя, как если бы были включены опции **Highlights** + **FG Only**, то есть только свечение и эмулированные отражения, которые делаются с помощью **Final Gathering**.

Cutoff Threshold (Порог среза) – пороговый уровень, при котором отключается трассировка лучей, соответственно, и отражение тоже прекращается. Это относительное значение: например, значение по умолчанию 0.01 означает, что лучи, которые составляют меньше одного процента финального пикселя, игнорируются. Значение 0.25 означает, что mental ray игнорирует лучи, составляющие меньше четверти финального пикселя.

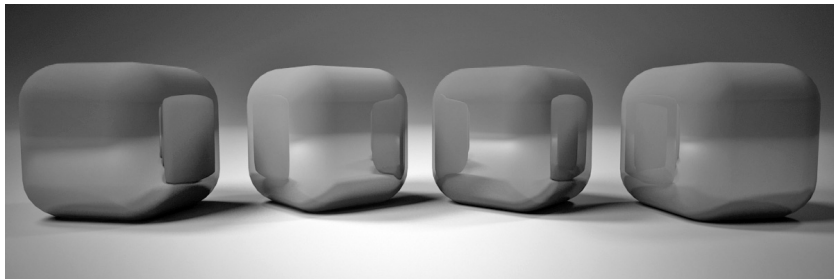


Рис. 3.41. Параметр **Trace Depth**:
1 (слева пара объектов); 2 (справа пара объектов)

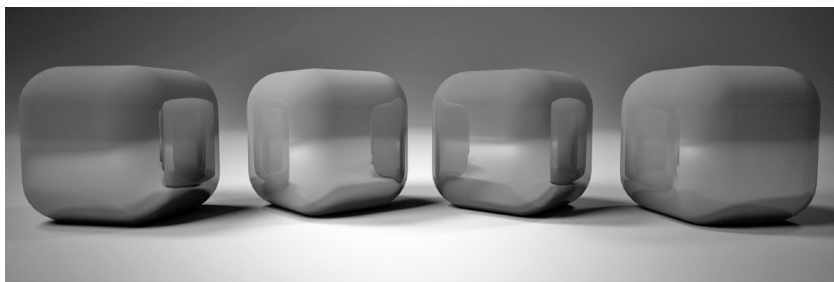


Рис. 3.42. **Trace Depth**: 3 (слева пара объектов); 4 (справа пара объектов)

Рассмотрим данный параметр более детально. На рис. 3.43 диффузный цвет сфер черный, отражение белое, уровень отражаемости 0,2.

Как видно, значение параметра *Cutoff Threshold* при темном диффузном цвете очень сильно влияет на отражение.

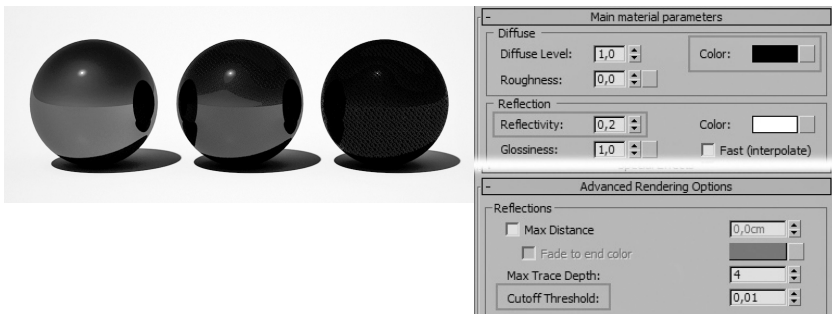


Рис. 3.43. Параметр **Cutoff Threshold**:
0,01 (слева); 0,25 (в центре); 0,50 (справа)

На рис. 3.44 диффузный цвет сфер серый, отражение белое, уровень отражаемости 0,2.

Как мы видим в этом примере, значение параметра **Cutoff Threshold** при светлом диффузном цвете не так сильно влияет на отражение. Это означает, что мы можем поднять пороговое значение параметра для ускорения рендеринга.

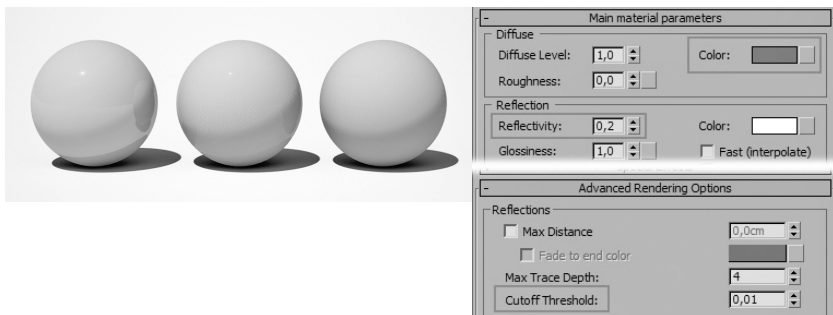


Рис. 3.44. Параметр **Cutoff Threshold**: 0,01 (слева); 0,25 (в центре); 0,50 (справа)

REFRACTION (ГРУППА ПРЕЛОМЛЕНИЯ)

Настройка оптимизации для преломления (прозрачности) очень близка к настройкам отражений. Исключение составляет только **Color at Max Distance** (Цвет в зависимости от расстояния), которая ведет себя по-другому.

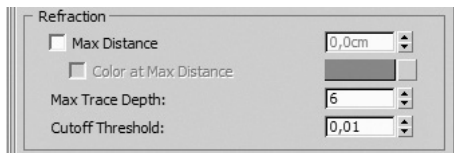


Рис. 3.45. Расширенная настройка параметров преломлений

Max Distance (Максимальное расстояние) – позволяет ограничить преломление на определенное расстояние. Это может ускорить рендеринг и позволяет избежать преломления далеко находящихся предметов.

Color at Max Distance (Цвет в зависимости от расстояния) – при включении данной опции материал симулирует физически правиль-

ную абсорбцию. На расстоянии, указанном в **Max Distance**, преломленный луч имеет цвет, указанный в **Color at Max Distance**, но сами лучи не ограничиваются. При двойном расстоянии влияние опции **Color at Max Distance** удваивается, при половине дистанции – уменьшается наполовину и т. д.

При выключении данной опции лучи прозрачности просто стремятся к черному цвету, подобно тому, как матовое стекло и другие поглощающие свет материалы. Преимущество в производительности такое же, как и при использовании **Max Distance** для отражений: трассировка коротких лучей быстрее – рис. 3.46.



Рис. 3.46. Параметр **Color at Max Distance**, слева направо: **Max Distance** выключен; спад в черный цвет; спад в синий цвет; спад в красный цвет

Max Trace Depth (Максимальная глубина трассировки) – при достижении этой глубины трассировки лучей преломления материал перестает преломлять лучи. Соответственно, объекты на дальнем плане не будут видны из-за перекрывающих их объектов переднего плана. Как показано на рис. 3.47, слева параметр **Max Trace Depth** установлен в значение 2, и мы видим, что только два луча прошли в фужер, не виден даже второй фужер за первым, не говоря уже о третьем, стоящем еще дальше и перекрывающемся вторым и первым.

Cutoff Threshold (Порог среза) – пороговый уровень, при котором отключается трассировка лучей преломления. Это относительное значение: например, значение по умолчанию 0.01 означает, что лучи, которые составляют меньше 1% финального пикселя, игнорируются. Значение 0.25 означает, что mental ray игнорирует лучи, составляющие меньше четверти финального пикселя.



Рис. 3.47. Параметр **Trace Depth**: 2 (слева); 5 (в центре); 10 (справа)

ADVANCED REFLECTIVITY OPTIONS (РАСШИРЕННЫЕ ОПЦИИ ОТРАЖЕНИЯ)

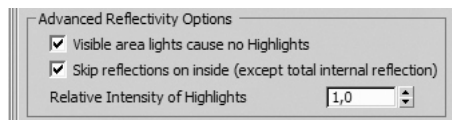


Рис. 3.48. Дополнительные настройки параметров отражения

Visible area lights cause no Highlights (Видимые блики от источников света) – когда опция включена, источники света *mental ray* (*mr Area Omni* и *mr Area Spotlight*) с включенной опцией **Show Icon In Renderer** (Отображать источник при рендеринге) не дают отражающего света. По умолчанию опция включена.

Данный параметр мы не будем рассматривать более детально, так как будем пользоваться фотометрическими источниками света.

Skip reflections on inside (except total internal reflection) (Пропускать отражения внутри (за исключением полного внутреннего отражения)) – большая часть отражений внутри прозрачных объектов очень слабая, за исключением некоторых случаев в определенных углах, известных как абсолютное внутреннее отражение (*total internal reflection* (TIR)). При включении этой опции скорость рендеринга увеличивается за счет того, что эти слабые отражения внутри прозрачных объектов игнорируются.

Relative Intensity of Highlights (Относительная интенсивность бликов) – определяет интенсивность бликов по отношению к интен-

сивности реальных отражений. При 1.0 оба значения интенсивности равны. Меньшее значение понижает интенсивность бликов относительно отражений, и наоборот. Особенно заметно влияние этого параметра при смазанных полуматовых отражениях, как показано на рис. 3.49. Ко всем чашам применен полуглянцевый материал с параметром глянца 0,6.



Рис. 3.49. Параметр **Relative Intensity of Highlights**, слева направо: 0,25; 1,00; 5,00; 10,00

ADVANCED TRANSPARENCY OPTIONS (РАСШИРЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЗРАЧНОСТИ)

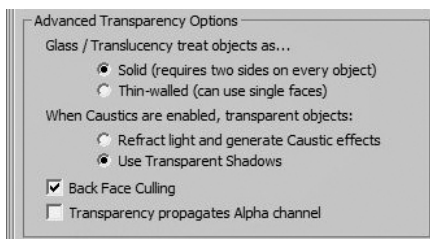


Рис. 3.50. Дополнительные настройки параметров прозрачности

Glass/Translucency treat objects as... (Glass/Translucency обрабатывать объект как...):

- **Solid** (Цельный) – объект ведет себя, как если бы он был сделан из однородной прозрачной субстанции;
- **Thin-walled** (Тонкостенный) – объект ведет себя, как если бы он был сделан из очень тонких листов прозрачного материала.

На рис. 3.51 дан пример различных типов прозрачности. Левая чаша берет значение преломления по IOR. У чашки в центре значение кривой установлено вручную, следующим образом: под углом 90° отражение равно 1,0, под углом 0° отражение равно 0,2, – и поэтому она выглядит немного металлизированным стеклом. Правая чашка имеет ту же BRDF-кривую, что и средняя чаша, но прозрачность установлена в режим *thin-walled*.



Рис. 3.51. Различные типы прозрачности

When Caustics are enabled, transparent objects: (Когда разрешена каустика, прозрачные объекты:) – если каустика отключена, материал Arch & Design использует шейдер shadow, чтобы создать прозрачные тени. Для объектов, таких как оконные стекла, это вполне подходит, и фактически результат лучше, чем использование каустики, потому что прямой свет проходит более или менее беспрепятственно через стекло в помещении.

Обычно включение каустики в mental ray заставляет все материалы перестать отбрасывать прозрачные тени и вместо этого генерировать каустiku. В большинстве архитектурных сцен это нежелательно; например, нам бы хотелось, чтобы стеклянное художественное оформление на столе генерировало каустiku, но также чтобы и окна в комнате пропускали нормальный прямой свет. Данная опция делает это возможным на уровне материалов.

Refract light and generate Caustic effects (Преломлять свет и генерировать эффект каустики) – материал преломляет свет и генерирует каустiku.

Use Transparent Shadows (Использовать прозрачные тени) – эффект каустики не генерируется, материал объекта просто пропускает свет, затеняя его в зависимости от плотности объекта.

На рис. 3.52 слева результат с использованием опции **Use Transparent Shadows**, справа – результат с опцией **Refract light and generate Caustic effects**. Мы можем свободно смешивать эти два способа в одном проекте. Фотоны автоматически рассматриваются соответственно со встроенным шейдером фотонов, проходя прямо как прямой свет в первом случае и будучи преломленным как каустика во втором. Речь о каустике пойдет в четвертой главе.



Рис. 3.52. **Using transparent shadows** (слева);
Using refractive caustics (справа)

Back Face Culling (Отображение задних граней) – эта опция включает особый метод, который делает поверхности невидимыми для камеры с обратной стороны объекта. Его можно использовать для создания «волшебных стен» в комнате. Если все стены – плоскости с нормальными, направленными внутрь, опция позволяет визуализировать комнату с «внешней стороны». Камера может «видеть» все, что находится внутри комнаты, сквозь стены, стены будут существовать и отбрасывать тени, отражать фотоны и т. д., оставаясь невидимыми, когда камера снаружи.

Transparency propagates Alpha channel (Воздействие прозрачности на альфа-канал) – определяет, как прозрачные объекты обрабатывают любую информацию альфа-канала на заднем плане (подробнее об альфа-канале и других слоях рендеринга описано в пятой главе). При включении преломление и другие эффекты прозрачности передают альфа-канал фона «через» прозрачный объект. При выключении у прозрачных объектов альфа-канал непрозрачен.

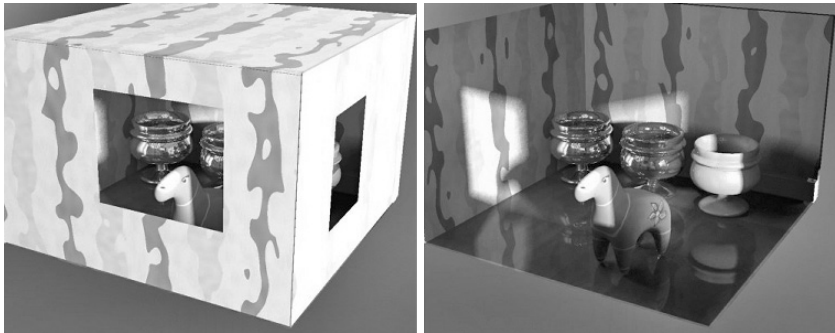


Рис. 3.53. Опция **Back Face Culling**: выключена (слева); включена (справа)

INDIRECT ILLUMINATION OPTIONS

(ОПЦИИ ОТРАЖЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ)

FG/GI multiplier (FG/GI-множитель) – позволяет настраивать, насколько сильно материал реагирует на отраженный свет.

FG Quality (Качество FG) – множитель для количества лучей (Final Gather), направленных на материал.

Более подробно **Final Gather (FG)** и **Global Illumination (GI)** мы рассмотрим в четвертой главе.

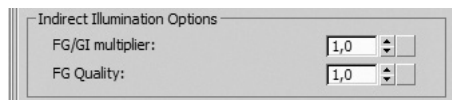


Рис. 3.54. Настройка влияния освещения отраженным светом на уровне материала

Self Illumination (Glow) (Самосвечение (Сияние))

Эти параметры позволяют указывать характеристики светящихся поверхностей материала Arch & Design, например эффект неоновой подсветки или свечение экрана монитора.

Самосветящаяся поверхность на самом деле не испускает света, но в некотором роде она может выступать в роли источника отраженного света, например когда на нее действует эффект **Final Gather**, таким образом эта поверхность может влиять на освещение всей сцены.

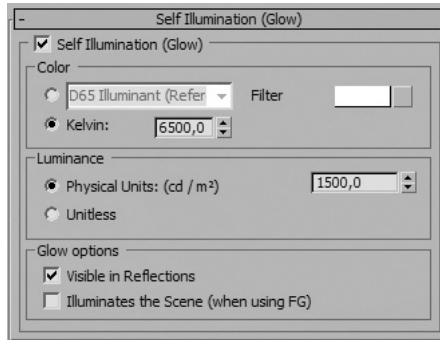


Рис. 3.55. Настройка эффектов свечения материала

Self Illumination (Glow) (Самосвечение, сияние) – при включении материал становится светящимся, после активации самосвечения становятся доступными следующие настройки.

COLOR (ГРУППА ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТА)

Чтобы установить цвет свечения, нужно выбрать опцию и настроить ее параметры:

- **Light** (Свет) выбирает обобщенные характеристики спектра, которые имеют большинство ламп;
- **Kelvin** (Кельвины) устанавливает цвет светящейся поверхности при помощи установки температурного цвета. Температура указывается в градусах по Кельвину;
- **Filter Color** (Цвет фильтр) задает цветовой фильтр, чтобы симулировать эффект светофильтра, помещенного над светящейся поверхностью. Например, красный фильтр над белым светящимся источником отбрасывает красный свет на сцену.

LUMINANCE (ГРУППА СВЕЧЕНИЯ)

Чтобы установить яркость свечения поверхности, необходимо выбрать опцию и настроить цифровой параметр:

- **Physical Units** (Физические величины) устанавливает яркость в канделах на квадратный метр. Это физическое значение учитывает шкалу физического изменения яркости;
- **Unitless** (без величин) использует произвольные числовые значения яркости.

Таблица показывает некоторые значения реального свечения.

Таблица 3.1. Значения реального свечения

Объект	Яркость в кад/м ²
CRT Телевизионный экран	250
Жидкокристаллический экран	140
LED-панель электронного устройства типа DVD-проигрывателя	100
Матовая линза напротив настольной лампы	10 000
Матовая линза напротив галогенной лампы	10 000
Внешняя часть керамической лампы с декоративным абажуром	1300
Внутренняя часть керамической лампы с декоративным абажуром	2500
Матовая лампа внутри декоративного абажура	210 000



На заметку: слишком яркие поверхности могут вызвать зашумление в отражениях. Если увеличение сэмплинга отражений в проблемном материале не улучшает ситуации, то стоит понизить значение в счетчике группы **Luminance** (Группа свечения).

GLow OPTIONS (Группа опций свечения)

Visible in Reflections (Видимый в отражении) – при включении свечение появляется в отражениях на других объектах. При выключении – отражаются только объекты, но свечение не отражается.

Illuminates the Scene (when using GI) (Освещать сцену (когда используется FG)) – при задействованном в качестве освещения отраженным светом только *Final Gather* светящаяся поверхность выступает в роли источника отраженного света и влияет на освещение *Final Gather* в сцене. При выключении данного параметра отраженный свет объекта не влияет на общее освещение сцены.

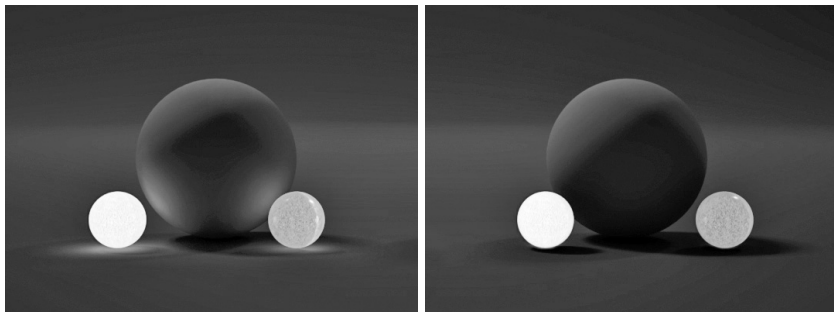


Рис. 3.56. Светящиеся сферы влияют на освещение сцены (слева); светящиеся сферы не влияют на освещение сцены (справа)

Special Effects (Особые эффекты)

Ambient Occlusion (далее АО) – это алгоритм, имитирующий эффект теневого рефлекса на близко расположенных объектах.

В реальной жизни освещенный объект имеет несколько компонент освещенности. Для примера рассмотрим цилиндр на горизонтальной поверхности, окруженный боковыми плоскостями, рис. 3.57.

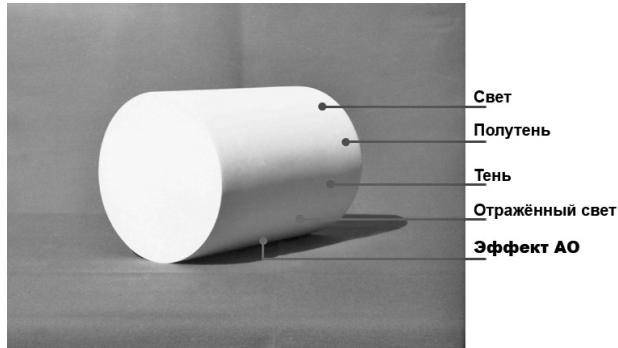


Рис. 3.57. Освещенный объект и компоненты освещенности

Цилиндр имеет локальные компоненты (которые не зависят от других объектов): свет, тень, полутень. Однако есть еще и глобальная компонента – теневого рефлекс (он зависит от того, какими другими объектами окружен цилиндр).

Отраженный свет появляется тогда, когда на теньевую сторону цилиндра падает отраженный свет от других объектов (например, от плоскости, на которой лежит цилиндр). Таким образом, основная часть теневого стороны становится светлее (рефлексирует), в то время как ее границы остаются темными (так как на них падает меньше отраженного света в силу их близкого расположения относительно друг друга).

Получившиеся более темные границы света и тени (эффект АО на рис. 3.58) эмулируют алгоритм Ambient Occlusion. Он позволяет получить упрощенный рисунок затенения поверхности в местах таких границ и стыков между объектами.

Ambient occlusion чаще всего вычисляется путем построения лучей, исходящих из точки поверхности во всех направлениях, с последующей их проверкой на пересечение с другими объектами. Лучи, достиг-

нувшие фона или «неба», увеличивают яркость поверхности, в то время как лучи, пересекающие другие объекты, не добавляют яркости. В результате точки, окруженные большим количеством геометрии, отрисовываются как более темные, а точки с малым количеством геометрии в видимой полусфере – светлыми (рис. 3.58).



Рис. 3.58. Пример применения АО в сцене

На рис. 3.59 показан пример применения АО к сцене. Особенно заметно влияние АО на потолке в углах помещения.



Рис. 3.59. Без применения АО (слева); с применением АО (справа)

АМБИЕНТ ОКСЛЮЗИОН (ГРУППА АО)

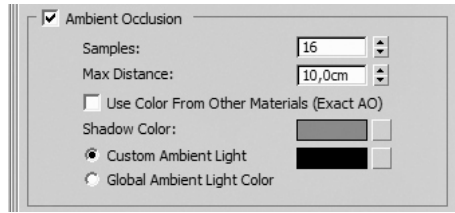


Рис. 3.60. Параметры **Ambient Occlusion**

Чекбокс Ambient Occlusion – включает алгоритм АО и опции по его настройке.

Samples (Сэмплы) – количество сэмплов (лучей), испускаемых для расчета и создания АО. Чем большее количество сэмплов задано, тем более плавным получается эффект затенения и рефлексов, однако время рендеринга возрастает. Чем меньше – тем затенение и рефлекссы более зернистые и шумные, но рендеринг более быстрый. Значения в диапазоне 16–64 достаточны для использования в большинстве случаев.

Max Distance (Максимальное расстояние) – определяет максимальный радиус, в пределах которого анализируются объекты вокруг вычисляемой точки.

Низкие значения дистанции позволяют ограничить эффект АО в пределах мелких деталей геометрии (щели, детали отделки, декоративные элементы) и производить более быстрый расчет.

Высокие значения увеличивают площадь для анализа окружающей геометрии (стены, комнаты), но и увеличивают время рендера.

Следующий рисунок показывает разницу между маленьким значением параметра **Max Distance** и большим:



Рис. 3.61. **Max Distance** 5 см (слева); 250 см (справа)

Use Color From Other Materials (Exact AO) (использование цвета материала других объектов) – этот параметр позволяет использовать в расчете АО не только геометрию окружающих объектов, но и их цвет для создания более реалистичного и правдивого эффекта. Например, данная опция позволит получить более светлое затенение от объекта с ярким материалом и более темное от объекта с темным материалом.

На следующей паре иллюстраций первый рисунок показывает типичную проблему традиционного АО, при котором затеняются любые границы геометрии вне зависимости от материала. Обратите внимание на светящуюся сферу, которая имеет явное затенение под собой, хотя его там не должно быть (сфера светится). Также можно заметить, что эффект АО на полу около освещенной грани белого куба слишком темный и неестественный. То же самое относится и ко многим другим затенениям на рисунке (затенение под красным шаром, например).

Второй рисунок иллюстрирует использование опции **Use Color From Other Materials**. При этом решается проблема неестественных и слишком темных затенений. На рисунке пол корректно освещается сферой, свет от которой попадает на грань белого куба, освещает ее и пол у ее основания. Затенение под красным шаром стало более мягким и приняло красный оттенок от материала самого шара.

Таким образом, опция **Use Color From Other Materials** решает проблему чрезмерной простоты, упрощенности и грубости традиционного алгоритма АО в сложных сценах со множеством источников света и разными материалами.



Рис. 3.62. Параметры **Use Color From Other Materials**: выключен (слева); включен (справа)

Shadow Color (Цвет затенения) – эта опция работает по-разному в зависимости от того, включен учет цвета материала (**Use Color From Other Materials**) или нет.

В случае, если используется традиционный АО без учета цвета материала, данная опция позволяет настроить интенсивность и от-

тенок затенения, которое создает алгоритм. Если цвет будет черный, то затенение будет максимально явным. Если белый, то затенения не будет вообще. Если цвет будет не монохромный (красный, зеленый, синий и т. д.), то затенение будет иметь соответствующий оттенок.



Рис. 3.63. **Shadow Color**: белый (слева); черный (в центре); красный (справа); Эффект АО наиболее заметен в обведенных в рамки частях объектов

Когда включен учет цвета материала (**Use Color From Other Materials**), опция **Shadow Color** работает по-другому. В этом случае опция определяет уровень воздействия цвета материала на традиционный АО. Если установлен черный цвет, то цвет материала максимально воздействует на затенение, а если белый, то вообще не воздействует.

Custom/Global Ambient Light Color (Выборочный/Глобальный цвет обтекающего света) – эта опция похожа на предыдущую, но позволяет установить оттенок светлых участков поверхности (обтекающий свет), для которой рассчитывается АО, а не темных (затенение).

Она может брать цвет из глобальных настроек окружения (окно **Environment and Effects**) или устанавливать свой собственный.

ROUND CORNERS (Группа СКРУГЛЕННЫЕ УГЛЫ)

Большинство изображений, созданных средствами 3D-графики, иногда кажутся нереалистичными из-за четких и острых углов граней, в то время как в реальности у большинства объектов немного



Рис. 3.64. **Custom Ambient Light**: черный (по умолчанию) (слева); красный (в центре); зеленый (слева)

скругленные или скошенные углы. На изображениях скругленные углы очень часто «ловят на себе блики», что делает изображение более убедительным.

В Arch & Design-материале можно создать иллюзию скругленных краев во время рендеринга. Благодаря этой опции нет необходимости вносить в саму геометрию дополнительные грани с фасками. Данная опция воздействует на объект только при рендеринге, не изменяя геометрии в сцене.

Этот метод действует подобно эффектам выпуклостей (bump) и наиболее заметен на острых гранях простой геометрии.

Round Corners (Скругленные углы) – когда опция включена, грани и углы на время рендера сглаживаются (геометрия никак не изменяется).

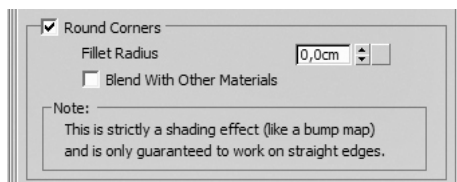


Рис. 3.65. Параметры «скругления» углов

Fillet Radius (Радиус фаски) – эта опция указывает радиус фаски углов и граней.

На рис. 3.66 у левой пары кубиков опция сглаженных углов отключена, а у правой группы включена, причем красный куб имеет значение радиуса фаски 1 см, синий куб – 3 см.

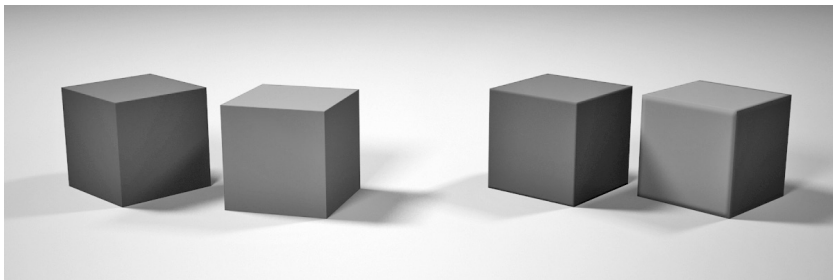


Рис. 3.66. **Fillet Radius**: выключен (слева); включен (справа)

Blend With Other Materials (Смешивать с другими материалами) – по умолчанию эффект округления воздействует между поверхностями одного и того же материала. Если включить эту опцию, данный эффект будет применяться к любым другим материалам, соприкасающимся с объектом, материал которого имеет включенную опцию сглаживания граней.

На рис. 3.67 у материала расплавленного шоколада включены опция скругленных краев и опция смешивания с другими материалами. На рисунке можно заметить взаимодействие различных типов материалов с материалом шоколада.

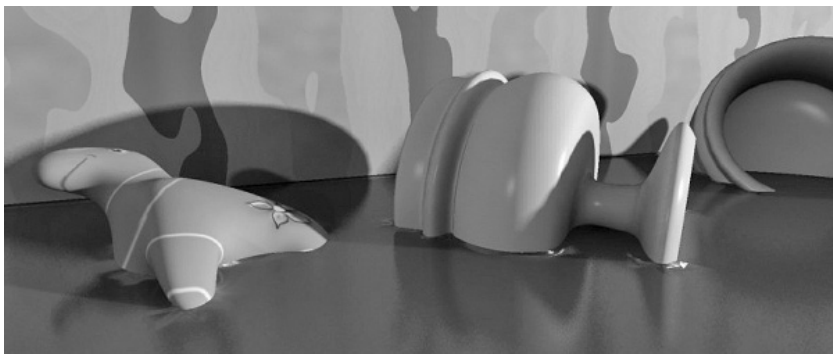


Рис. 3.67. Эффект «скругления» краев. Объекты в расплавленном шоколаде

Special Purpose Maps (Карты особого назначения)

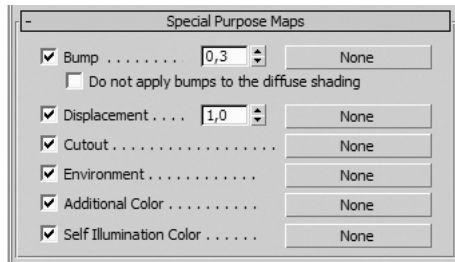


Рис. 3.68. Свиток карт особого назначения

В данном свитке материалу назначаются карты выпуклостей, смещения и другие дополнительные карты.

Слева от каждого параметра имеется чекбокс для включения и выключения карты, справа – кнопка для определения карты.

Bump (Выпуклости) – позволяет применить опцию **Выпуклости** и установить ее множитель.

Do not apply bumps to the diffuse shading (Не применять выпуклости к диффузии) – когда отключено, выпуклости применяются ко всем компонентам шейдера: диффузии, бликам, отражениям и т. д. Когда опция включена, выпуклости не применяются к диффузии, но применяются на отражениях, бликах и т. д.

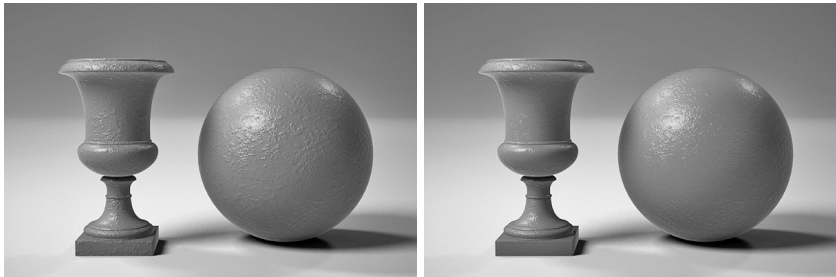


Рис. 3.69. Опция **Do Not Apply Bumps**:
выключена (слева); включена (справа)

Displacement (Смещение) – позволяет применить карту смещения и ее множитель.

Cutout (Вырезание) – позволяет применить карту прозрачности с удалением частей объекта при рендеринге.

Карта вырезания гораздо эффективнее и быстрее, чем карта прозрачности. На рис. 3.70 справа видны более выразительные тени от объекта после вырезания.

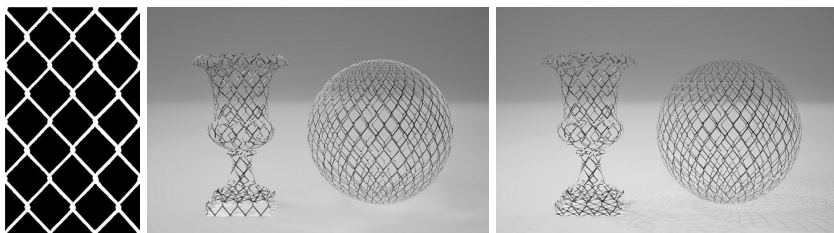


Рис. 3.70. Текстура-маска прозрачности (слева); эффект прозрачности (**Opacity**) (в центре); эффект вырезания (**Cutout**) (справа)

Environment (Окружение) – позволяет применить карту окружения.

Self Illumination Color (Цвет самосвечения) – устанавливает текстурную карту самосвечения для материала.

Чаще всего эта опция используется для имитации свечения монитора, телевизора, экрана мобильного телефона и т. д. (рис. 3.71).



Рис. 3.71. Пример применения текстурной карты для **Self Illumination**

Дополнительные инструменты для работы с материалами

Опция **Material Override**

Во время тестирования как прямого, так и вторичного освещения мы можем назначить, допустим, белый материал для всех объектов сцены, чтобы оптимизировать время рендеринга, исключив из расчета отражения, преломления и прочие свойства материалов. Но ведь неудобно переназначать настроенные материалы сцены после настройки освещения в белом цвете, это муторная работа, отнимающая много времени. Для временного перекрытия материалов в mental ray существует очень полезная функция переопределения материалов на общий шаблонный, то есть временная «подмена» всех настроенных нами материалов на один общий материал для всех объектов сцены, – рис. 3.73.

Для доступа к данной функции выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Processing** (Обработка) в свитке **Translator Options** (Опции трансляции), группа **Material Override** (Переопределить материал), рис. 3.72.

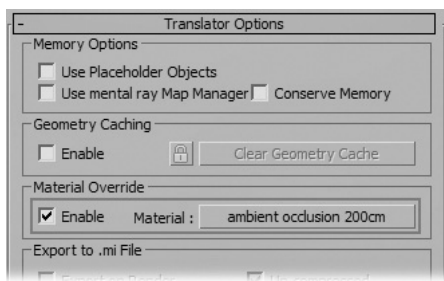


Рис. 3.72. Включение **Material Override** (на примере уже назначен материал АО)



Рис. 3.73. Параметр **Material Override**:
включен и назначен белый цвет с отображением граней (слева);
выключен (справа)

Enable (Включено) – при включении этой опции рендеринг использует перекрытие материалов для всех поверхностей и объектов. При отключении поверхности рендерятся с материалами сцены. По умолчанию опция выключена.

Material (Материал) – нажатие на эту кнопку открывает **Material/Map Browser** (Обозреватель материалов и карт) для выбора материала, который будет временно заменять все материалы сцены. При выбранном материале эта кнопка отображает имя материала.

Конвертация существующих материалов в материалы Arch & Design

Конвертация стандартных материалов в материалы Arch & Design и материалы Autodesk materials может дать несколько преимуществ, таких как расчет в широком динамическом диапазоне, возможность делать самосветящиеся материалы, освещающие сцену посредством *Final Gather*, возможность контролировать функции отражения и преломления (BRDF), эффекты скругленных краев и *Ambient Occlusion* и многие другие преимущества.

Вручную преобразовывать стандартные материалы в материалы Arch & Design очень утомительно и долго.

С помощью *Slate Material Editor* можно сделать процесс быстрее, так как он позволяет легко переподключать существующие карты от стандартных материалов к новым, а также быстро копировать между ними цвета.

Однако есть скрипт для автоматической конвертации материалов – **mr Arch Design Tools**.

Этот скрипт существует в двух вариантах: стандартный (распространяется бесплатно) и улучшенный (платный). Скачать бесплатный или купить улучшенный можно на сайте разработчика <http://www.infinity-vision.de>. В книге мы рассмотрим бесплатную, наиболее раннюю (облегченную) версию скрипта.

Для установки нужно перетащить файл скрипта в окно проекции 3ds Max. Этот шаг запустит процесс инсталляции скрипта и сделает возможным его использование.

Затем выберите в меню **Customize** ⇒ **Customize User Interface** (Настройка ⇒ Настройка пользовательского интерфейса). Откроется окно настройки интерфейса, рис. 3.74. В этом окне вы можете установить в нужный вам инструмент команду конвертации материалов в Arch & Design, будь это команда меню или кнопка на панели инструментов. В любом случае, выберите в окне **Customize User Inter-**

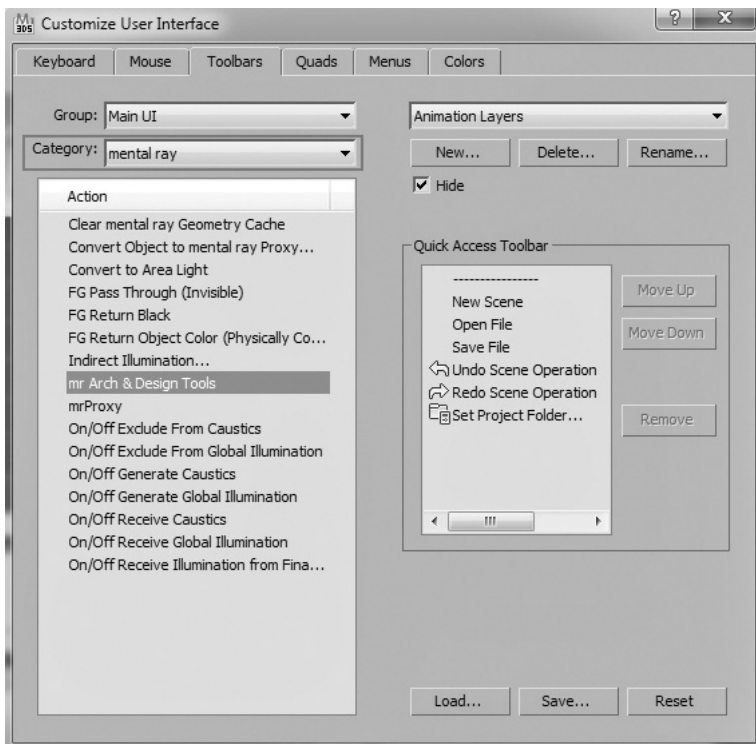


Рис. 3.74. Окно настройки пользовательского интерфейса с новым меню «mr»

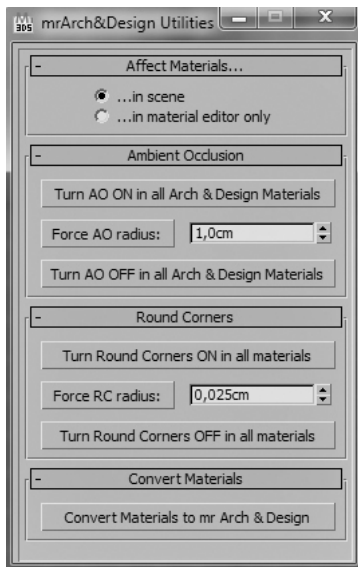


Рис. 3.75. Окно конвертации материалов mr Arch & Design Tools

face: Category (Категория) \Rightarrow mental ray, в списке команд останутся только команды категории mental ray. В этом списке найдите пункт **mr Arch & Design Tools**. Выберите его и добавьте в нужный вам инструмент.

После добавления **mr Arch & Design Tools** и его активации появится диалоговое окно **mr Arch & Design Tools**, в котором можно задать, помимо конвертации, глобальные настройки для всех материалов определенных параметров, рис. 3.75.

Помимо стандартных материалов, можно конвертировать материалы *v-ray* в *Arch & Design*. Но конвертируются не все типы материалов *v-ray* рендерера, например *v-ray Blend* и *V-Ray Light material*. Эти материалы необходимо настраивать вручную.

Поддерживаемые шейдеры рендерером iray

В отличие от mental ray, iray на сегодняшний день не поддерживает всех шейдеров, текстурных и параметрических карт и их функций.

Во время написания книги был использован 3ds Max Design 2013, и все параметры, описанные ниже, относятся именно к этой версии.

На рис. 3.76 показан *Material/Map Browser* с перечнем поддерживаемых шейдеров iray.

Ряд шейдеров, представленных выше, обладает ограничениями, и далеко не все возможности могут быть реализованы в них при рендеринге в iray. Ниже мы рассмотрим детальнее параметры материала *Arch & Design* и текстурной карты *Bitmap*.

Материал Arch & Design

Шейдер *Arch & Design* появился в 3ds Max уже достаточно давно и предназначался для создания широкого спектра материалов самых

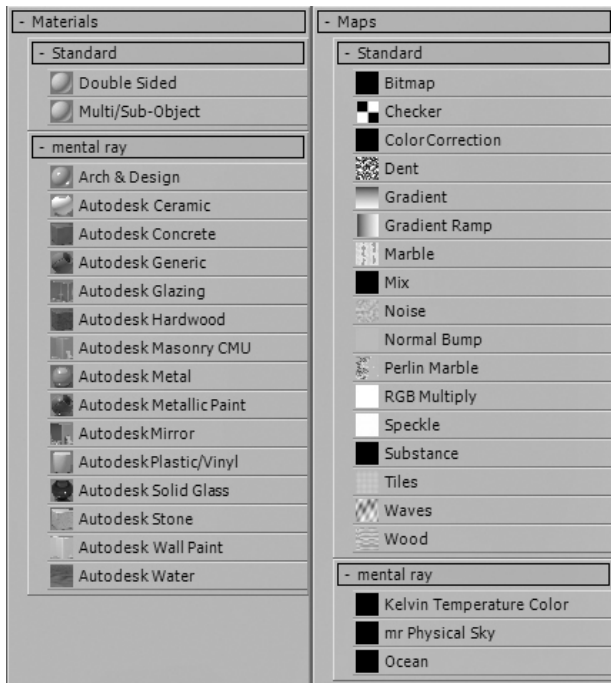


Рис. 3.76. Перечень поддерживаемых iray шейдеров, за исключением библиотеки Autodesk Materials

разных поверхностей. Он отлично адаптирован под mental ray и может быть применен при рендеринге сцены с использованием алгоритмов *Global Illumination (далее GI)* и *Final Gather (далее FG)* (речь о которых пойдет в четвертой главе). При настройках шейдера под визуализацию с GI и FG доступно множество параметров, специально предназначенных для оптимизации качества и времени рендеринга этими алгоритмами. Но все кардинально меняется при выборе в качестве рендерера iray. Так как iray работает по иному принципу, то необходимость настройки FG параметров шейдера отпадает сама собой, рис. 3.77. Параметры вкладки **Fast Glossy Interpolation** материала Arch & Design не поддерживаются, так как в этих параметрах нет необходимости для рендеринга в iray.

Для карт **bump** игнорируется функция **Do Not Apply Bumps To The Diffuse Shading**. Игнорируются шейдеры, размещенные в свитке **mental ray connection**.

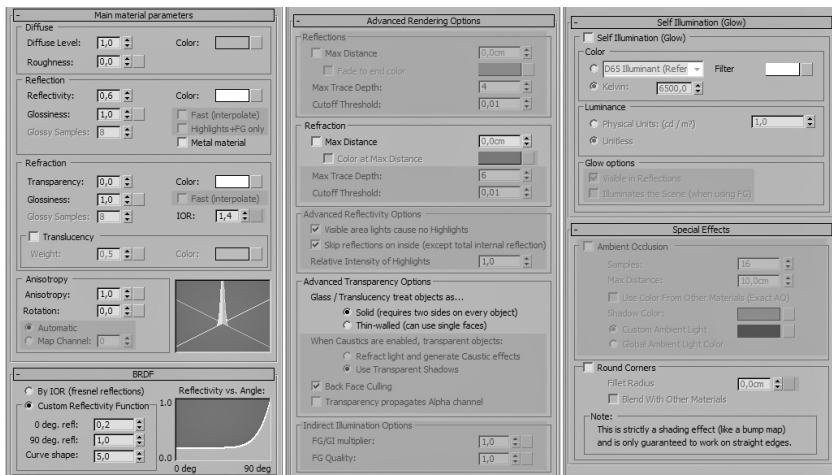


Рис. 3.77. Поддерживаемые параметры iray шейдера Arch & Design

Текстурные карты

В свитке **Coordinates** текстурной карты некоторые параметры поддерживаются с ограничениями, рис. 3.78, обведено синим маркером).

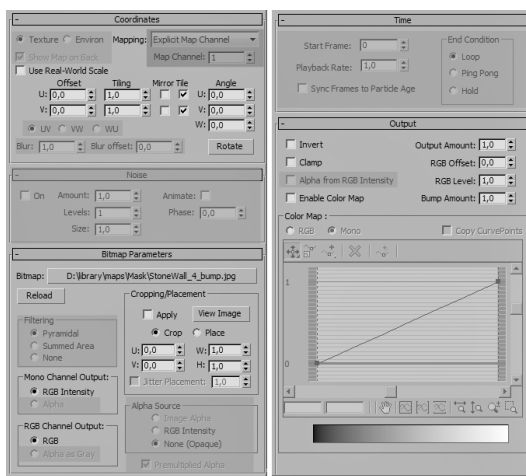


Рис. 3.78. Поддерживаемые параметры текстурных карт в iray

Например, проецирование текстурных карт *Explicit Map Channel*, *Planar From Object XYZ* и *Planar From World XYZ*; *Map Channel* может быть установлено в диапазоне от 1 до 4.

Если же текстурная карта применена к окружению в качестве фона (Environment), то режим **Screen** (Экранная проекция) не поддерживается.

Для подробного ознакомления с поддерживаемыми параметрами других шейдеров смотрите официальное руководство пользователя.

Изучив параметры материалов, расставив и настроив фотометрические источники света и настроив экспозицию, можно переходить к более сложным, но более гибким параметрам оптимизации рендеринга в mental ray. Затем мы рассмотрим параметры управления освещением отраженным светом.



Глава

4

Рендеринг

Визуализация (Rendering) – это процесс растривания трехмерной векторной графики в двухмерную графику. Смотрите первую главу для более подробного определения рендеринга.

В mental ray процесс визуализации выполняется не построчно, как это происходит при рендеринге Scanline, а по отдельным мозаичным элементам – бакетам (**Bucket**).



Рис. 4.1. Процесс рендеринга мозаичными элементами (бакетами)

Введение в сэмплинг

На рис. 4.2 показана взаимосвязь между камерой, буфером кадров (*VFB*), сэмплингом и трехмерной сценой. На этом рисунке показано также, что одним пикселем в буфере кадров может быть представлено несколько многоугольников сцены.

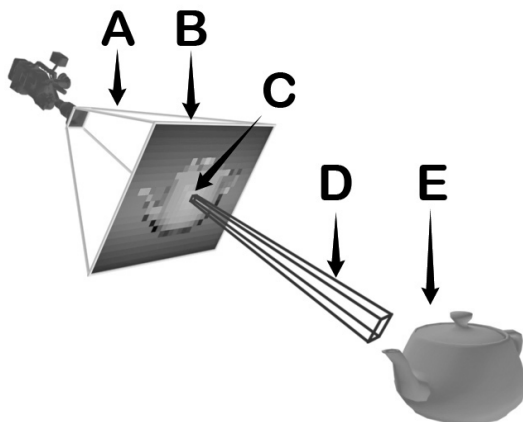


Рис. 4.2. Взаимосвязь между камерой, виртуальным буфером кадров, сэмплингом и сценой

Значение цвета пикселя определяется в *mental ray* несколькими методами, измерением значения цвета отдельного пикселя. Такие измерения играют важную роль, так как различные свойства окраски поверхности зависят от значения и интенсивности цвета. На рис. 4.2 показан типичный процесс сэмплинга во время рендеринга. Оценка точки поверхности состоит из выборочных измерений цвета в трехмерной сцене (E) в зависимости от поля зрения камеры (A), которое связано с анализируемым пикселем (C) в буфере кадров (B). Один и тот же пиксель может быть выбран несколько раз (на уровне субпикселей), как показано блоком (D), обозначающим сэмплинг элементов сцены (E) для данного пикселя (C).

Сэмплинг не обязательно ограничивается размером целевого пикселя при визуализации, а значения, полученные в отдельном сэмпле, не обозначают окончательного значения цвета пикселя. Они являются промежуточными на пути к определению окончательного значения цвета пикселя в результате интерполяции сэмплов.

Antialiasing (Сглаживание и контроль качества)

Главной задачей оптимизации является контроль времени процесса рендеринга и качества изображения, исключая такие артефакты, как ступенчатость и муар, методами сэмплинга и фильтрации.

Сэмплинг – первый этап для определения значения цвета точки в сцене. В *mental ray* значения цвета выбираются из сцены с помощью ряда лучей в направлении взгляда при трассировке лучей.

После сэмплинга применяется фильтрация для усреднения выбранных цветов до цветов отдельных пикселей и определения финального значения цвета каждого пикселя, направляемого в буфер кадров. Данный процесс называется **Сглаживанием** (Antialiasing).

Сглаживание служит для получения более плавных переходов между краями объектов. На рис. 4.3 слева изображены артефакты ступенчатости, справа – к изображению применено сглаживание.

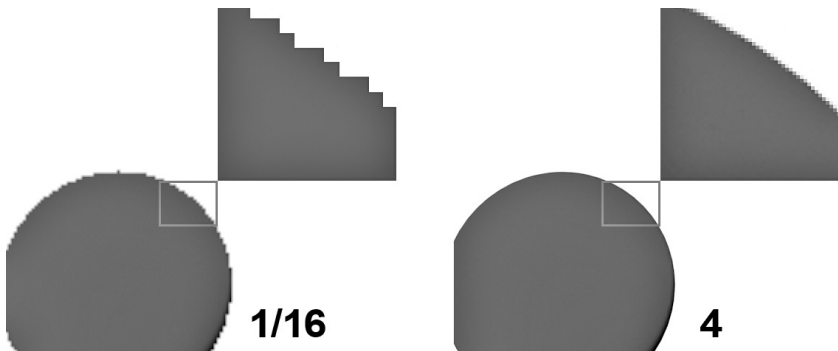


Рис. 4.3. Ступенчатость по краю сферы, 1/16 сэмпла на пиксель (слева); результат применения сглаживания, 4 сэмпла на пиксель (справа)

Sampling Quality (Качество сэмплинга)

SAMPLES PER PIXEL (СЭМПЛИНГ ОДНОГО ПИКСЕЛЯ)

Minimum (Минимум) – устанавливает минимальное значение сэмплинга.

Maximum (Максимум) – устанавливает максимальное значение сэмплинга.

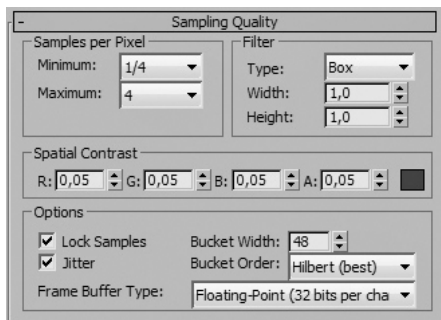


Рис. 4.4. Параметры сэмпинга (сглаживания) в mental ray

Списки значений *Minimum* и *Maximum* «связаны» вместе так, что значение минимума не может превысить максимума.

SPATIAL CONTRAST (Пороговый контраст)

Устанавливает значение контраста, используемое как порог для контроля сэмпинга.

Если соседние сэмплы в фрейме отличаются больше, чем на этот цвет, то mental ray производит рекурсивный субсэмпинг (более одного сэмпла на пиксель) до значения, указанного в поле **Maximum** группы параметров **Samples per Pixel**. Увеличение значения **Spatial Contrast** уменьшает количество производимого сэмпинга и ускоряет рендеринг, хотя немного ухудшает качество.

RGBA определяет порог значения для красного, зеленого и синего компонентов сэмплов. Эти значения имеют диапазон от 0.0 до 1.0, где 0.0 указывает, что компонент цвета полностью ненасыщенный (черный или 0 в восьмибитной кодировке), а 1.0 указывает, что компонент цвета полностью насыщен (белый или 255 в восьмибитной кодировке). Значения по умолчанию 0.05 для каждого канала RGBA.



На заметку: установка Spatial Contrast в значение, например, 0,10 или больше позволит сократить время просчета черновых изображений, потому что mental ray выбирает для **Samples per Pixel** значения ближе к параметру **Minimum**. Также стоит отметить, что чем меньше пороговый контраст, тем больше сэмплов используется для распознавания изменений контраста в текстуре, рис. 4.6.

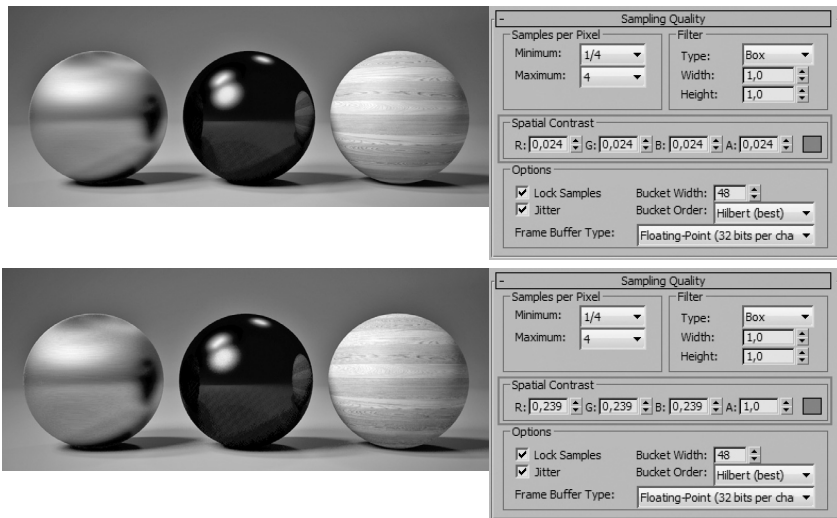


Рис. 4.5. Влияние значения параметра **Spatial Contrast (RGBA)** на качество и продолжительность рендеринга: RGBA 0.024; время рендеринга 3 мин 20 сек (сверху); RGBA 0.239; время рендеринга 1 мин 34 сек (снизу)

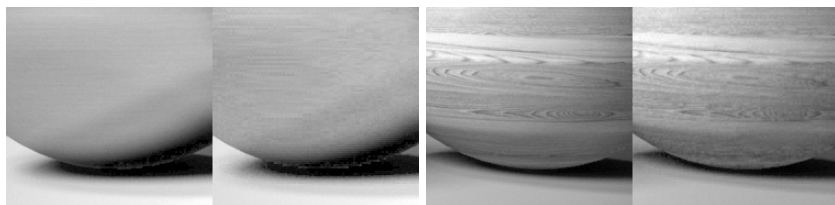


Рис. 4.6. Влияние значения параметра **Spatial Contrast (RGBA)** на качество текстур

Адаптивный сэмплинг

Сэмплинг управляется двумя параметрами **Min Sample** (Минимальный уровень сэмплирования) и **Max Sample** (Максимальный уровень сэмплирования).

Дополнительные параметры **Spatial Contrast** (Пороговый контраст), **Jiffer** (Дрожание) и **Sample Lock** (Блокировка сэмплинга) предназначены для повышения качества визуализации итогового изобра-

жения. Наибольшее влияние на сэмплинг и качество влияет параметр *Spatial Contrast*.

Рассмотрим наиболее детально процесс сэмплирования и взаимодействия параметров.

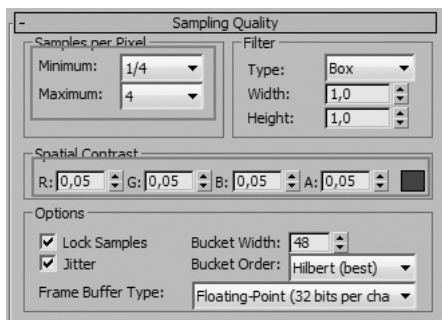


Рис. 4.7. Настройки сглаживания в mental ray

Минимальные и максимальные уровни указывают пределы адаптивного сэмплинга, это позволяет выполнять дополнительное сэмплирование до максимального уровня, в том случае если минимального уровня сэмплирования недостаточно. Решение о дополнительном сэмплинге принимается на основании сравнения цветового порогового контраста среди сэмплов. Процесс сэмплинга изображен на рис. 4.8. Рассмотрим его этапы, чтобы стало понятно, как определяется пороговый контраст.

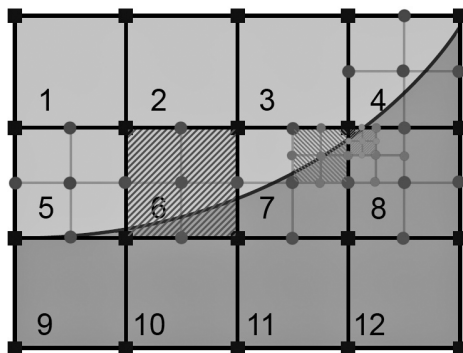


Рис. 4.8. Схематический пример адаптивного сэмплинга

В начале процесса сэмплинга выполняется минимальное сэмплирование. Далее выполняются сравнение и оценка соседних сэмплов, исходя из заданного порогового контраста, чтобы определить, требуются ли дополнительные сэмплы вплоть до максимального уровня сэмплинга. Если имеются два уровня сэмплинга, то первый из них обозначает исходный ряд сэмплов (по внешнему краю каждого блока), а второй уровень обозначает дополнительные сэмплы, которые могут быть выполнены адаптивно (если требуется). В нашем примере необходимо дополнительное сэмплирование, исходя из заданного порогового контраста, после чего сэмпл разделяется на четыре других блока.

На рис. 4.8 каждый пронумерованный блок – это один пиксель. Пороговый контраст определяет адаптивный сэмплинг путем сравнения контраста между сэмплами для каждого канала цвета RGB и альфа-канала. Поэтому пороговый контраст предоставляет четыре возможных варианта установки: по одному на каждый канал цвета. Чем ниже значение порогового контраста, тем меньший контраст допускается при сэмплировании, это обозначает, что необходимо дополнительное сэмплирование на более контрастных участках изображения. Сравнивая пиксели 2, 3, 6 и 7 в процессе рендеринга, определяется отличие контраста на светло-серых участках, включенных в пиксели 6 и 7, по сравнению с пикселями 2 и 3. В конечном счете пиксель 7 адаптивно подразделяется, и затем выполняется дополнительный сэмплинг. После сравнения новых сэмплов внутри пикселя 7 выявляется высокое отличие контраста и по-прежнему превышаются допустимые пределы.

Для наглядности этот участок подразделен на четыре субпикселя. Чтобы лучше был виден процесс адаптивного сэмплинга, продолжим его внутри пикселя 8, где осуществляется еще одно подразделение сэмплинга на субпиксели до третьего уровня.

Во время рендеринга, при выявлении дополнительного сэмплирования, происходит разбиение одного пикселя на четыре новых субпикселя, затем в них выполняются дополнительный сэмплинг и сравнение контраста, начиная с первого субпикселя. Разбиение сэмплов продолжается рекурсивно в каждом субпикселе до тех пор, пока не будет достигнут максимальный уровень или же пороговый контраст будет в заданных пределах.

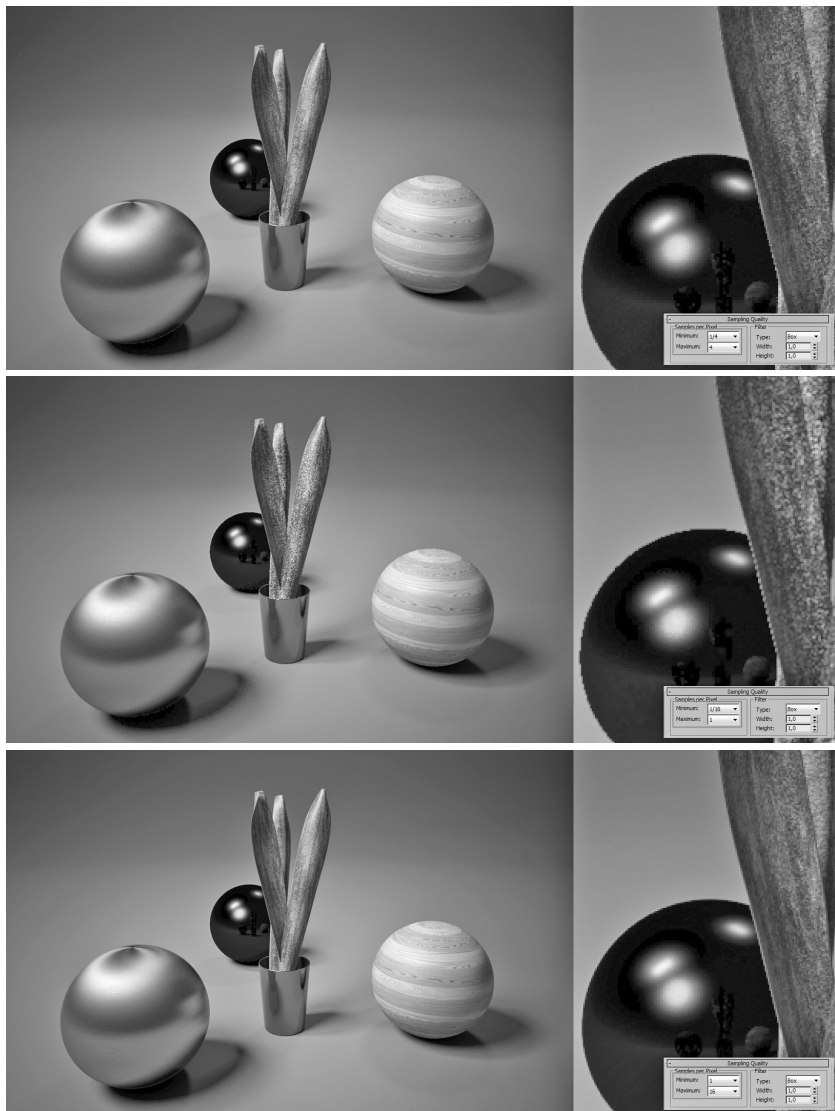


Рис. 4.9. Влияние значений **Minimum** и **Maximum** на качество и продолжительность рендеринга:
Min 1/16, Max 1; время рендеринга 1 мин 39 сек (сверху);
Min 1/4, Max 4; время рендеринга 2 мин 32 сек (в центре);
Min 1, Max 16; время рендеринга 4 мин 28 сек (снизу)

Уравновешивание числа сэмплов и порогового контраста

При больших значениях максимального уровня сэмплирования в сочетании с малым значением контраста можно добиться высокого качества изображения, хотя и за счет увеличения продолжительности времени рендеринга. Чтобы добиться оптимальных сочетаний этих значений, нам необходимо увеличить пороговую чувствительность к контрасту (*Spatial Contrast*), уменьшив значения порогового контраста, прежде чем повышать уровень сэмплирования. Если же пониженный пороговый контраст не даст желаемого результата, то можно повысить уровень сэмплирования. Пороговый контраст можно изменять с точностью до десятичной запятой, например установка значения для всех каналов RGB 0,001, но уровни сэмплинга всегда изменяются лишь на один из-за существенных отличий, например между 16 и 64 сэмплами на каждый пиксель. Не следует забывать, что каждый из таких сэмплингов при трассировке лучей может привести к излучению нескольких вторичных лучей, а значит, и к существенному замедлению рендеринга (более детально трассировка лучей описана далее в главе).

Для тестового рендеринга и проверки результатов сэмплинга вполне хватает значений в пределах от 1/16 для минимального и до 1 максимального значений сэмплинга. Для финального рендеринга в большинстве случаев достаточно значений 1 и 16 с учетом продолжительности визуализации. Пробные значения порогового контраста могут находиться в пределах от 0,1 до 0,2 для каждого канала цвета. А для финального сэмплинга их можно установить ниже 0,1 в пределах от 0,03 до 0,07.

На продолжительности рендеринга существенно сказывается разница между 1 и 64 сэмплами.



На заметку: так как человеческое зрение менее восприимчиво к зеленому и синему цветам, то можно ставить значения *Spatial Contrast* R – 0,02 G – 0,04 B – 0,06. Финальный результат будет визуально тем же, что и при значениях 0,02 для каждого из каналов.

ФИЛТЕР (Фильтрация)

После завершения стадии сэмплинга его результаты отфильтровываются в отдельные пиксели. Процесс фильтрации зависит от значений ширины и высоты выбранного нами фильтра, которые опреде-

ляют число пикселей. Это значит, что фильтр размером 1×1 пиксель будет содержать один пиксель, а фильтр размером 2×2 пикселя – четыре пикселя, распространяясь на один пиксель дальше от центра наружу. Размер фильтра определяет количество сэмплов, используемых для фильтрации в пределах фильтруемого участка.

Фильтрация использует весовую степень влияния каждого сэмпла при фильтрации. Максимальный вес приходится на центральный участок фильтра, откуда вес постепенно убывает в сторону краев фильтра, обозначая влияние сэмплов в данном направлении. Фильтры по-разному воздействуют на фильтрацию изображения, делая его менее или более резким в зависимости от их размера и типа фильтра. Фильтрация представляет собой важную стадию усреднения сэмплов цвета до отдельных пикселей.

На рис. 4.10 показаны два примера фильтрации. В первом примере отфильтрованы пиксели 1 и 4 фильтром *Box* с размером 1×1 (крупные голубые точки). Во втором примере пиксель 10 отфильтрован тем же фильтром *Box*, но уже с размером 2×2 (мелкие синие точки). В обоих примерах использован сэмплинг с размером 1.

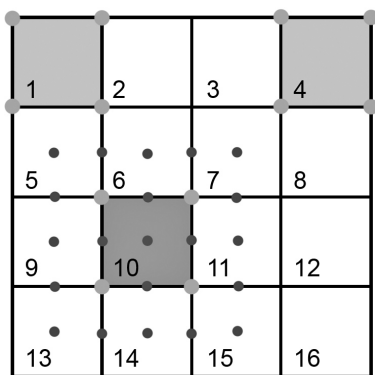


Рис. 4.10. Схематический пример фильтрации

Допустим, у нас фильтруется участок размером 10×10 . На нем осуществляется повторный сэмплинг нескольких пикселей, принадлежащих разным бакетам. С учетом установленных уровней, определяющих число сэмплов, для этого может потребоваться несколько сэмплов на уровне субпикселей. Следует также иметь в виду, что если для оценки цвета по таким дополнительным сэмплам потребуется трассировка лучей, это может заметно сказаться на эффективности

визуализации. В этом случае фильтрация вынуждает mental ray выполнять повторный сэмплинг вдоль границ бакетов в зависимости от размера фильтра. Поэтому при рендеринге сложных сцен рекомендуется сохранять исходные минимальные размеры фильтров.

По умолчанию устанавливаются рекомендуемые размеры фильтров, но нам ничто не мешает изменить их. При увеличении этих значений увеличивается продолжительность рендеринга, а изображение может стать размытым или же слишком резким. Поэтому исходный размер фильтра следует изменять только для устранения артефактов или уменьшения размытости.

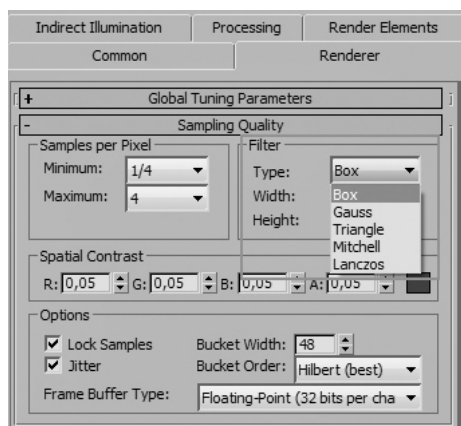


Рис. 4.11. Список доступных фильтров

Для типов фильтров, кроме фильтра Вох, характерно плавное убывание веса от центра, и поэтому их размеры должны быть больше 1×1 . Воздействие этих фильтров убывает наружу (рис. 4.12). Поэтому им требуется больше сэмплов на каждый переход, иначе их действие будет незначительным. Опять же, для начала рекомендуется использовать исходные размеры каждого из рассматриваемых нами фильтров, этого может оказаться вполне достаточно. Более подробное взаимодействие сэмплинга, порогового контраста и фильтрации описано далее в этой главе.

На рис. 4.12 показаны диаграммы типов фильтров размером 2×2 , а в табл. 4.1 сведены их описания: тип, размер и функции.

На рис. 4.13 приведен пример применения различных типов фильтрации (размеры каждого фильтра в приведены в табл. 4.1).

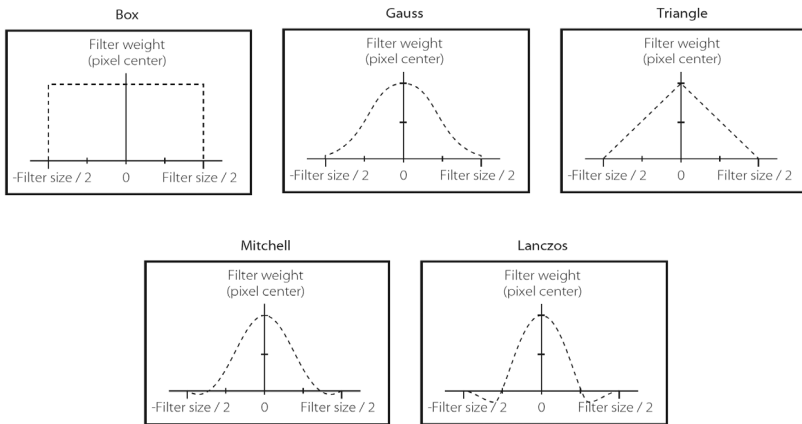


Рис. 4.12. Схематические примеры типов фильтров

Таблица 4.1. Типы и исходные размеры фильтров

Тип	Размер	Результат применения
Box	1×1	Прямоугольный фильтр с равномерным распределением весов по всем сэмплам. Это быстрый и простой сэмплирующий метод фильтрации с шероховатым результатом. Данный фильтр установлен по умолчанию и может быть использован практически во всех рабочих проектах
Gauss	3×3	Основанный на купольной кривой. Обеспечивает плавный спад, приводящий к размытию. Этот фильтр полезен при анимации, где возможно мерцание
Triangle	2×2	Обеспечивает постепенный линейный переход с убыванием веса от центра наружу. Данный фильтр быстр и наиболее подходит для черновой визуализации
Mitchell	4×4	Фильтр более высокого порядка, обеспечивающий увеличение резкости благодаря убыванию веса ниже нуля во время фильтрации. Этот фильтр наиболее подходит для наилучшего качества статичных изображений
Lanczos	5×5	Действует аналогично фильтру Митчелла, но обеспечивает большее увеличение резкости, однако за счет большего времени рендеринга

Остальные параметры взяты по умолчанию, *Spatial Contrast RGBA* 0.051; значения сэмплинга *Minimum* 1/4, *Maximum* 4.

Примечательно время рендеринга:

- Box – 5 мин 18 сек;
- Gauss – 5 мин 24 сек;
- Triangle – 5 мин 19 сек;
- Mitchell – 5 мин 27 сек;
- Lanczos – 5 мин 30 сек.

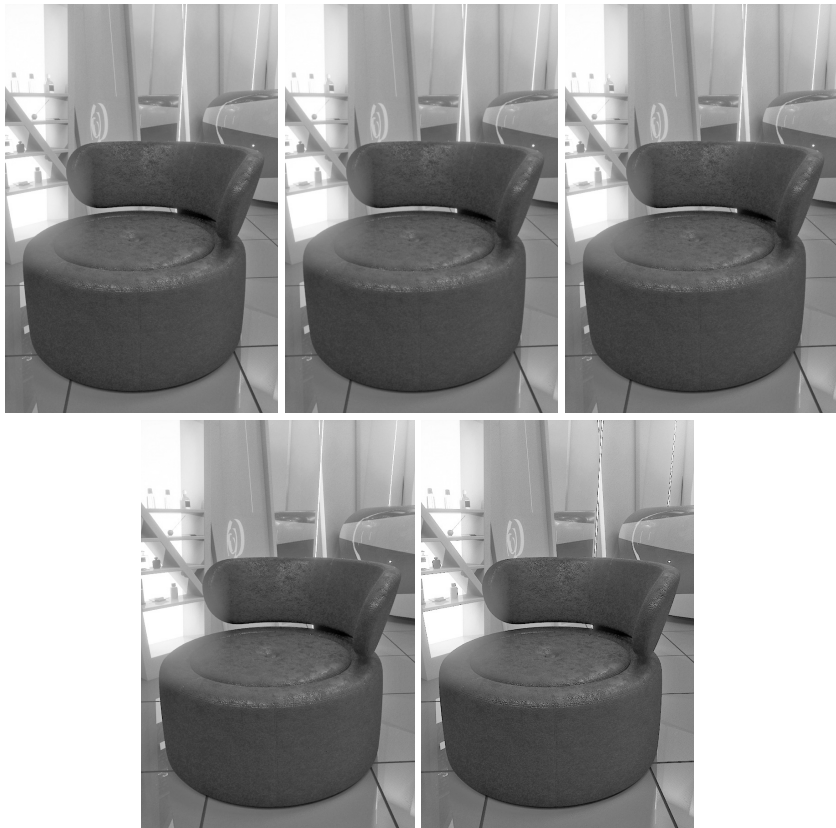


Рис. 4.13. Применение фильтров на примере интерьера, слева направо: Box, Gauss, Triangle, Mitchell, Lanczos



На заметку: попробуйте отрендерить ряд детализированных текстур, применяя разные типы и размеры фильтров, а затем увеличьте масштаб визуализированных изображений, чтобы проанализировать полученные результаты и выбрать наиболее приемлемый вам результат, учитывающий время и качество рендеринга.

Фильтры Box, Gauss и Triangle лучше всего применять для тестовых рендеров, а Mitchell и Lanczos – для финальных.

Также стоит отметить, что на засвеченных участках (источником засвета могут стать объекты с применением самосветящихся материалов, имеющих слишком высокую яркость самосвечения) могут по-

явиться артефакты из-за недостаточного субсэмплинга и 32-битного вывода изображения (см. далее в разделе **Frame Buffer Type** (Тип виртуального буфера кадра)). В этом случае лучше всего снизить яркость самосветящихся материалов, пожертвовать физически правильными свойствами в угоду качества рендера.

OPTIONS (Опции)

В этой группе параметров можно задать различные настройки просчета регионов – бакетов (**buckets**).

Бакет – неделимая часть региона, обрабатываемая CPU во время рендеринга. Количество бакетов напрямую зависит от количества ядер и потоков CPU. Каждый бакет просчитывается независимо от других бакетов. Также при визуализации по сети на главной машине отображаются бакеты и их количество, соответствующее числу ядер и потоков CPU сетевых машин.

Jiffer (Дрожание) – эта опция способствует устранению мерцания и нежелательных артефактов типа муара и полосатости при визуализации анимации.

Sample Lock (Блокировка сэмплинга) – вынуждает mental ray заблокировать состав сэмплинга, используемый в анимационной визуализации. В итоге тот же самый состав сэмплинга повторно используется при рендеринге последующих кадров, что позволяет mental ray воспроизвести аналогичные результаты сэмплинга и уменьшить мерцание.

Bucket Width (Ширина бакета) – определяет размер бакета в пикселях в диапазоне от 4 до 512 пикселей. Так как бакет может быть обработан только одним ядром или потоком CPU, то установка слишком большого размера бакетов будет мешать оптимальному использованию вычислительных ресурсов. И наоборот, установка слишком маленького размера бакетов может замедлить визуализацию из-за накладных расходов, связанных с каждым бакетом (передача данных сцены по сети и прочее). Лучше всего использовать значение по умолчанию, равное 48 пикселям.

Изменять размеры бакета стоит в случае, когда у вашей системы небольшой объем оперативной памяти. Тогда лучше уменьшить размер, что приведет к некоторому более продолжительному рендерингу, но не будет аварийного закрытия приложения из-за нехватки оперативной памяти. Помимо этого, существуют и другие способы оптимизации сцены, описанные далее в этой главе.

Bucket Order (Порядок бакетов) – здесь можно выбрать последовательность бакетов. Лучше всего оставлять этот параметр по умолчанию **Hilbert**.



На заметку: это самый лучший вариант последовательности бакетов, особенно если в сцене присутствуют такие объекты, как mrProxu или Hair&Fur, а также при использовании карт смещения displacement. Все эти объекты динамические и генерируются во время рендеринга в отдельном бакете. Также при сетевой визуализации и использовании опции **placeholders** (речь о которой пойдет далее в главе) рекомендуется этот порядок бакетов. В последовательности **Hilbert** порядок бакетов идет наиболее логичным и оптимальным образом для динамически сгенерированной геометрии.

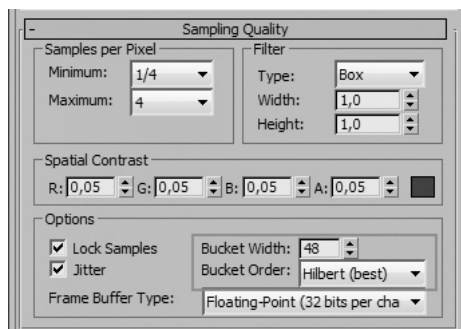


Рис. 4.14. Установка параметров бакетов

Frame Buffer Type (Тип виртуального буфера кадра) – позволяет выбрать битность выходящего изображения:

- **Integer (16 bits per channel)** – выводит изображение в 16-битном формате;
- **Floating-Point (32 bits per channel)** – выводит изображение в 32-битном формате. Этот метод поддерживает высокодинамические изображения (HDRI).



На заметку: при рендеринге изображения в 32-битном формате на изображении могут появиться яркие белые области или точки. Это следствие того, что самосветящиеся объекты или источники света отражаются и имеют значение больше 1.0. Или, как это принято говорить, появляется засвет. Его можно убрать в программах постобработки или же настроить экспозицию.

Диагностика сэмплинга

Диагностический сэмплинг представляет собой метод визуального представления состава сэмплов в визуализируемом изображении.

Он позволяет проверить, не выполняются ли «излишние» сэмплы на разряженных участках сцены, а также убедиться, достаточно ли сэмплов на детализированных участках. Визуальное представление распределения сэмплов помогает лучше усвоить характер адаптивного сэмплинга.

Диагностика помогает визуально представить несколько элементов, имеющих отношение к сэмплированию: размер бакета обозначается красной линией, проходящей по его границам, разбивая изображение в зависимости от размера бакета; сэмплы представлены визуально градациями серого. Участки черного цвета вообще не выбираются, участки разных градаций серого выбираются на определенном уровне, а участки белого цвета – на максимальном уровне сэмплинга. Из такого визуального представления можно узнать о ходе сэмплинга сцены.

Чтобы установить визуальное отображение диагностики сэмплирования, выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Processing** (Обработка данных) в свитке **Diagnostics** (Диагностика). В группе **Visual** (Визуальная) нажмите кнопку **Enable** (Включить) и выберите радиальный переключатель **Sampling Rate** (Значения сэмплинга), как показано на рис. 4.15.

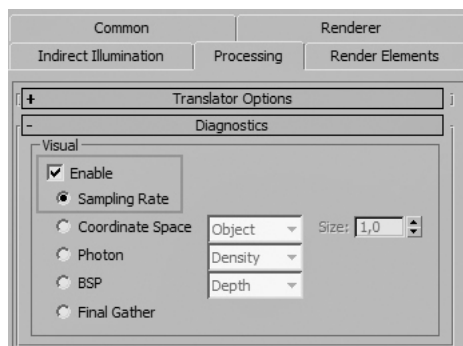


Рис. 4.15. Включение визуальной диагностики сэмплирования

Как показано на рис. 4.16, минимальный сэмплинг установлен 1/16, а максимальный 16. На финальном изображении со включенной диагностикой сэмплирования черным цветом будут отображать-

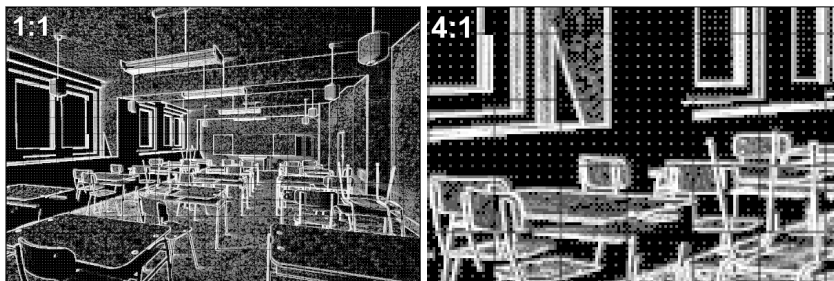


Рис. 4.16. Пример диагностического рендеринга, масштаб 1:1 (слева); 4:1 (справа)

ся пиксели, сэмплинг которых был произведен со значением $1/16$, а белым – 16.

Освещение отраженным светом

Наши глаза воспринимают отраженные от предметов лучи, поэтому мы видим эти предметы. Эти отраженные лучи могут попадать на другие объекты, которые также будут отражать их в той или иной степени. На рис. 4.17 показано возможное попадание лучей на поверхности объектов сцены.

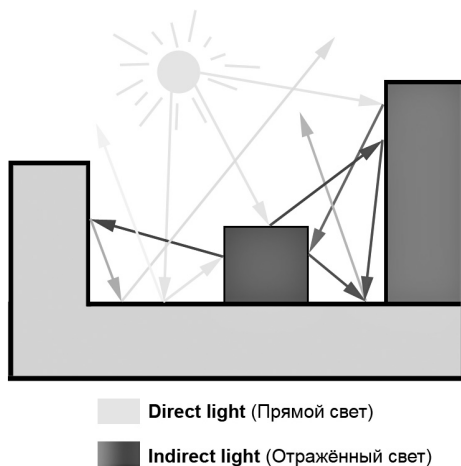


Рис. 4.17. Пример прохождения луча в сцене

В mental ray цвет кодируется системой RGB и в соответствующих значениях переносится с одной поверхности объекта на другую. И, естественно, цвет поверхности одного объекта может влиять на цвет поверхности другого, что в принципе зависит от свойств самой поверхности объекта. По сути, этот процесс можно назвать *окрашиванием*. Перенос значения цвета с одной поверхности объекта на другую поверхность объекта происходит с помощью шейдеров фотонов. Синий куб будет частично окрашивать левую стену (рис. 4.17).

Поверхность любого объекта не только отражает, но и поглощает свет. При этом энергия этого света уменьшается от объекта к объекту. Соответственно, и перенос цвета (окрашивание) происходит до тех пор, пока вся энергия не поглотится. Затухание энергии осуществляется по закону обратных квадратов (зависимость силы света от расстояния), что неплохо имитируется в mental ray. Однако количество фотонов в mental ray весьма ограничено (в отличие от реального мира) и используется лишь для получения среднего значения на данном участке пространства.

Вот основные достоинства освещения отраженным светом:

- не требуется большого количества источников света. С учетом переотражений от объекта к объекту в сцене часто оказывается слишком много света даже от единственного источника;
- автоматически формируются полупрозрачные тени, если затененные области дополнительно подсвечиваются лучами, отраженными от объектов сцены;
- автоматически воспроизводится такое характерное для реального мира явление, как цветовое тонирование объектов отраженным светом;
- реализуется возможность визуализации эффекта подповерхностного рассеивания (*Sub-Surface Scattering* или *SSS*), применяемого для визуализации органических поверхностей.

В 3ds Max включено несколько различных алгоритмов расчета освещения отраженным светом. Каждый из них имеет свои особенности и области применения.

Цвет и его поглощение

Степень поглощения света объектами сцены определяет их цвет. Белый цвет объекта означает, что он отражает весь падающий на него свет, а черный цвет – полное поглощение света. Если выбрать в шей-

дере фотонов черный цвет рассеивания, фотоны не будут сохраняться (оставлять свою энергию).

Выбирая цвета объектов, имейте в виду разные сочетания длин световых волн. Имеется в виду, что вместо чистых цветов RGB необходимо выбирать разные их оттенки, чтобы максимально правдоподобно воспроизвести спектральный состав света. Например, оранжевый цвет: вместо значений RGB 255, 128, 0 установите 248, 120, 3.

Caustics and Global Illumination (GI) (Каустика и Глобальное освещение)

Один из алгоритмов просчета освещения отраженным светом в mental ray – это **Global Illumination** (Глобальное освещение), который позволяет имитировать распределение света в сцене с помощью виртуальных фотонов. Сила света и освещение в целом определяются с помощью фотонов – мелких порций энергии, излучаемой источниками света и поглощаемой, пропускаемой или отражаемой от объектов в сцене. Объекты передают свойства света, передаваемые от одной поверхности к другой, сохраняются результаты расчетов в файле данных, называемом *фотонной картой*.



На заметку: Глобальное освещение имеет отношение к свойствам рассеяния отраженного света, к отражению, пропусканию и поглощению фотонов объектами сцены. А **Каустика** связана с дополнительным взаимодействием зеркального отражения и пропускания света, которое усиливает свет и дает самые разные визуальные эффекты.

Настройки **Каустики** и **Глобального освещения** можно найти в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Indirect Illumination** (Освещение отраженным светом) в свитке **Caustics and Global Illumination** (Каустика и Глобальное освещение) – рис. 4.18.

Каустика

Если объект прозрачный, то он преломляет лучи, некоторые из которых фокусируются в одном месте. Попадая на прозрачный объект, лучи (и соответственно, энергия) перераспределяются в пространстве, вследствие чего мы можем наблюдать узоры и «картинки» на

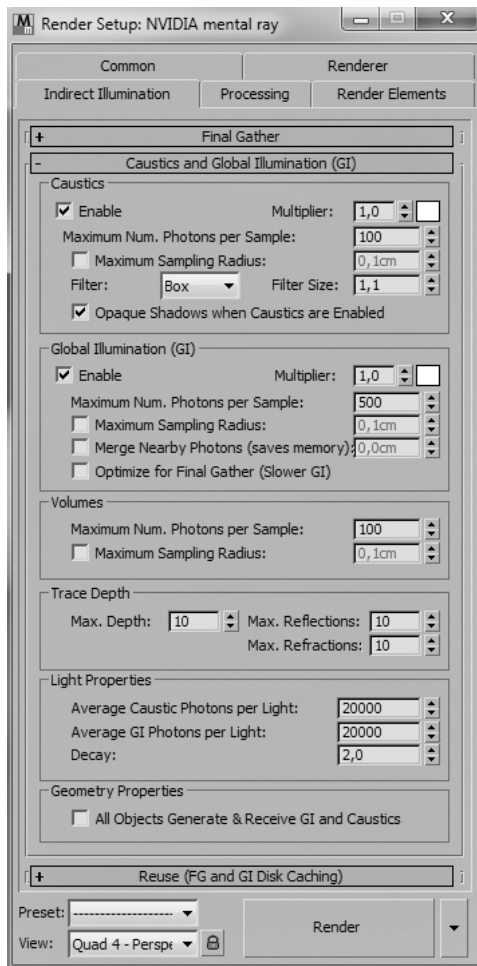


Рис. 4.18. Параметры **Каустики** и **Глобального освещения**

поверхности, на которую фокусируются эти лучи. Этот эффект называется *каустикой*. Здесь следует различать каустику с прямым светом и глобальное освещение с прямым светом. Полутени каустики обычно светлее, чем тени глобального освещения. Форма и яркость каустики зависят от толщины и формы объекта, через который проходят лучи.

CAUSTICS GROUP (ГРУППА КАУСТИКА)

Enable (Включено) Когда включено, mental ray воспроизводит эффекты каустики. По умолчанию генерация каустики отключена.



Важно: для рендеринга каустики вы должны быть уверены, что соблюдены условия в сцене: 1) как минимум один объект должен генерировать каустику (выключено по умолчанию); 2) как минимум один объект должен принимать каустику (включено по умолчанию); 3) как минимум один источник света должен генерировать каустику (выключено по умолчанию).

Опции для генерирования и принятия каустики находятся в **Object Properties** ⇒ **mental ray Panel** (Свойства объекта ⇒ вкладка mental ray), рис. 4.19.

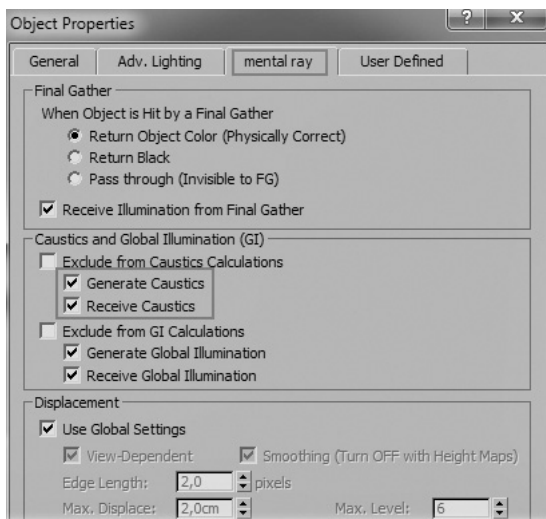


Рис. 4.19. Свойства объектов и их параметры, влияющие на просчет каустики

Multiplier/color swatch (Множитель/определение цвета) – используется для управления интенсивностью и цветом вторичного освещения, созданного каустикой. Параметры по умолчанию *1.0* и *белый цвет* воспроизводят физически правильное глобальное освещение.

Этот параметр более полезен для настройки самого эффекта каустики, нежели для улучшения качества картинки.

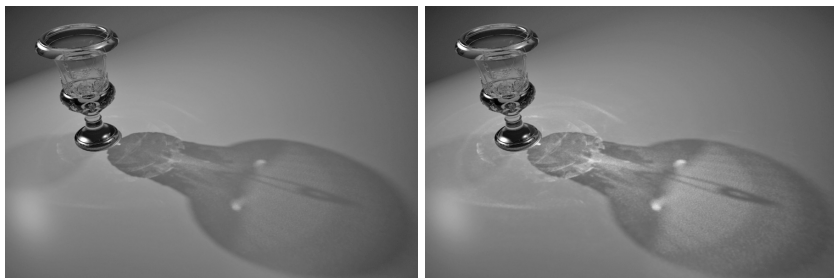


Рис. 4.20. Параметр **Multiplier**: 1 (слева); 3 (справа)

Maximum Num. Photons per Sample (Максимальное количество фотонов на сэмпл) – устанавливает значение фотонов, используемых для вычисления интенсивности каустики. Увеличение этого значения делает кастику менее шумной, но более размытой. И, соответственно, наоборот.

Чем больше значение, тем больше времени уходит на расчет, и результат получается более четкий и менее размытый. Для кастики лучше использовать «шумный» результат.



Рис. 4.21. Параметр **Maximum Num. Photons per Sample**: 10 (слева); 50 (в центре); 200 (справа)



Подсказка: для предварительного просмотра каустики установите значение **Samples**, равное 20, затем увеличьте это значение до необходимого в финальном рендеринге.

Maximum Sampling Radius (Максимальный радиус сэмпла) – включение этой опции позволяет активировать счетчик, в котором можно установить радиус фотонов каустики. Когда опция выключена, каждый фотон рассчитывается как $1/100$ радиуса всей сцены.

Во многих случаях размер фотона по умолчанию (**Radius** отключен), $1/100$ от размера сцены, дает приемлемые результаты. Но в некоторых случаях этот размер может быть слишком велик или слишком мал.

Когда фотонные отражения перекрываются, **mental ray** использует сэмплинг для сглаживания мест перекрытия. Увеличение количества сэмплов увеличивает сглаженность и может дать более реалистичную каустику. Когда фотоны имеют маленький радиус и не перекрываются, опция **Samples** не дает никакого эффекта. Низкое значение радиуса с большим количеством фотонов дает пятнистую каустику.

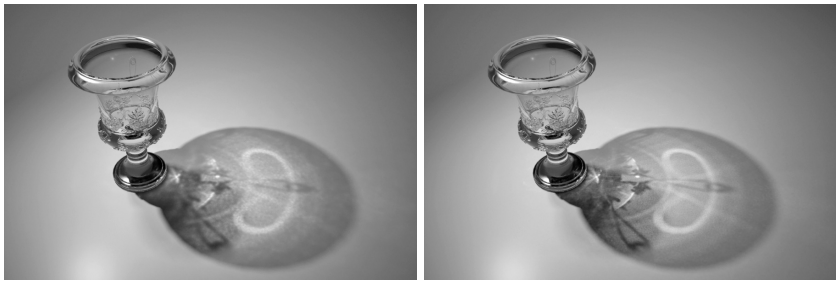


Рис. 4.22. Параметр **Maximum Sampling Radius**: выключен (слева); 1 см (справа)

Filter (Фильтрация) – устанавливает фильтр, используемый для резкости каустики. Возможные варианты типов фильтрации: **Box**, **Cone** или **Gauss**. Опция **Box** занимает меньше времени вычислений, **Cone** делает каустику более четкой.

Фильтр **Gauss** использует кривую Гаусса и может дать более гладкий результат, чем **Cone**.

Filter Size (Размер фильтра) – регулирует четкость каустики при использовании **Cone** в качестве фильтра. Значение должно быть больше 1.0 . Увеличение значения делает каустику более смазанной. Уменьшение, напротив, делает ее более четкой, но также немного «зашумляет» ее.

Opaque Shadows when Caustics Are Enabled (Непрозрачные тени, когда каустика включена) – при включении этой опции тени становятся темными (непрозрачными). Если эта опция выключена, тени могут быть частично прозрачными. По умолчанию опция включена. Непрозрачные тени рассчитываются быстрее, чем прозрачные.

Глобальное освещение

GLOBAL ILLUMINATION (GI) GROUP (Группа Глобальное освещение) Эти настройки позволяют управлять использованием фотонов для генерации **Глобального освещения** (*Global Illumination*). По умолчанию все объекты генерируют и принимают глобальное освещение. На рис. 4.23 показан пример применения **Глобального освещения** к сцене.



Рис. 4.23. Пример использования **Глобального освещения**: выключено (слева); включено (справа)

Настройки для управления генерированием и отображением глобального освещения находятся в **Object Properties** ⇒ **mental ray Panel** (Свойства объекта ⇒ вкладка mental ray), рис. 4.24. Опции для генерирования и принятия каустики.

Enable (Включено) – когда включено mental ray, рассчитывает освещение отраженным светом алгоритмом *Global Illumination*. По умолчанию этот алгоритм отключен.

Multiplier/color swatch (Множитель/определение цвета) – используется для настройки интенсивности и цвета освещения отраженным светом алгоритма *Global Illumination*. Параметры по умолчанию *1.0* и *белый цвет* воспроизводят физически правильное глобальное освещение. Это бывает полезно для настройки влияния эффекта *GI* и улучшения качества картинки.

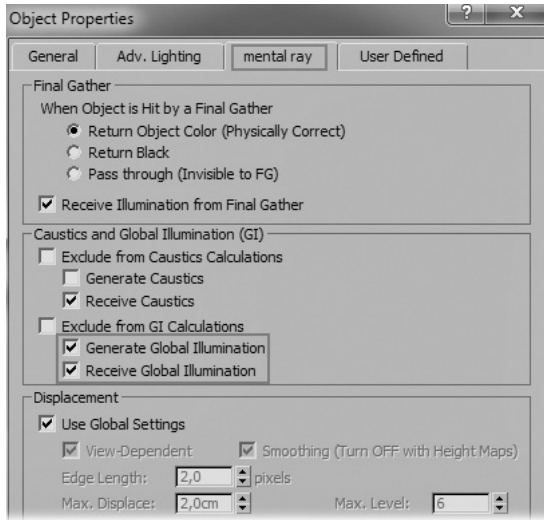


Рис. 4.24. Свойства объектов и их параметры, влияющие на просчет **Глобального освещения**



Важно: далее будем рассматривать параметры **Global Illumination** с применением основного серого цвета для подавляющего большинства объектов, за исключением некоторых единиц. Также в сцене применены два источника освещения (**Daylight system** и в окне **mr Sky Portal**). Это нам необходимо для визуального понимания тех или иных параметров.

Maximum Num. Photons per Sample (Максимальное количество фотонов на сэмпл) – устанавливает количество фотонов, использующихся для вычисления интенсивности глобального освещения. Уве-



Рис. 4.25. Цвет фотонов глобального освещения: белый (слева); светло-голубой (справа)



Рис. 4.26. Параметр **Maximum Num. Photons per Sample** 50 (слева); 200 (в центре); 500 (справа)

личение этого значения уменьшает зашумленность GI, но делает его более смазанным. Уменьшение – наоборот.

Чем больше значение сэмплов, тем больше времени требуется на расчет глобального освещения. Значение по умолчанию 500. На рис. 4.26 показан пример применения этого параметра с различными значениями, однако для всех трех тестов была установлена генерация фотона для источников света сцены – 10 000. Конкретно для этой сцены наиболее приемлемым результатом освещения отраженным светом является значение параметра **Maximum Num. Photons per Sample**, равное 200. Для глобального освещения лучше использовать «смазанный» результат.



Подсказка: для предварительного просмотра GI установите значение 100, потом увеличьте значение для финального рендеринга.

Maximum Sampling Radius (Максимальный радиус сэмпла) – включение этой опции позволяет активировать счетчик, в котором можно установить радиус фотонов глобального освещения. Когда опция выключена, каждый фотон рассчитывается как $1/10$ радиуса всей сцены. По умолчанию эта опция выключена.

Когда фотоны перекрываются друг другом, `mental ray` использует сэмплинг, чтобы сгладить места перекрытий. Увеличение количества сэмплов увеличивает сглаженность и может создать более реалистичное глобальное освещение. Когда фотоны имеют малый радиус и не перекрываются, настройка сэмплинга ни на что не влияет. Для глобального освещения фотоны должны перекрываться друг другом. Чтобы получить хорошие результаты, может понадобиться включить опцию **Maximum Sampling Radius** и увеличить размер фотонов.



Рис. 4.27. Радиус действия фотонов: по умолчанию, опция отключена (слева); 50 см (в центре); 150 см (справа)

Merge Nearby Photons (saves memory) (Объединять близлежащие фотоны, оптимизация памяти) – при включенной опции используйте числовое поле, чтобы указать нижний порог расстояния слияния фотонов. Например, в нашей сцене имеется очень плотное распределение фотонов на небольшом участке сцены, но сцена в целом имеет недостаточное количество фотонов для качественной визуализации. Один из вариантов разрешения проблемы – это увеличение количества фотонов таким образом, чтобы их попало больше на редкие участки сцены. Но в то же время увеличится и плотность фотонов на более плотных участках сцены. В этом случае лучше вос-

пользоваться данной опцией для слияния фотонов, чтобы сократить их плотность на данном участке. В результате мы получим более «гладкую», но менее детализированную карту фотонов, которая использует гораздо меньше памяти.

Эта опция имеет наиболее существенное значение для управления качеством рендеринга при использовании алгоритма глобального освещения. Она определяет способ интерполяции фотонов для получения окончательного цвета и его внешнего вида финального изображения. Использование значения *0.0* эквивалентно выключению данной функции.



На заметку: если увеличить количество фотонов, то можно обойтись и меньшим радиусом действия слияния фотонов, чтобы воссоздать более локальный характер эффектов глобального освещения. В отношении точной настройки глобального освещения следует учесть еще несколько моментов. При малых значениях опции **Maximum Sampling Radius** могут появиться пятнистые артефакты, даже при увеличении количества фотонов. Для исключения появления подобных артефактов мы можем увеличить радиус действия, используя меньшее количество фотонов. Но тогда теряются детали вокруг более мелких объектов. Для устранения пятнистых артефактов при глобальном освещении лучше всего использовать **Global Illumination** совместно с **Final Gather**. При этом опция **Optimize for Final Gather (Slower GI)** должна быть включена.



Рис. 4.28. Опция **Merge Nearby Photons** выключена (слева); включена с установленным радиусом 10 см (справа)

Optimize for Final Gather (Slower GI) (Оптимизировать для Final Gather (GI медленнее)) – при включении до того, как вы будете рендерить сцену, mental ray производит вычисления для ускорения процесса. Каждый фотон хранит дополнительную информацию о яркости фотонов, его окружающих. Это может оказаться очень полезным при совмещении *Final Gather* с *Global Illumination* – в этом случае эта дополнительная информация позволяет Final Gather быстро определять, сколько фотонов содержит область. Вычисления могут занять время, однако потом это компенсируется временем финального рендеринга. По умолчанию опция отключена.

Вычисления могут быть сохранены как дополнительная информация внутри карты фотонов и затем использованы в последующих рендерингах.

TRACE DEPTH GROUP (Группа глубины трассировки)

Max. Depth (Максимальная глубина) – ограничивает комбинацию отражения и преломления. Отражение и преломление фотона прекращаются, когда общее количество равно значению Max. Depth. Например, если Max. Depth равно 3 и глубина отражения и преломления равна 2, то фотон будет отражен дважды и преломлен один раз или наоборот, но он не может быть отражен и преломлен четыре раза. Значение по умолчанию 10.

Max. Reflections (Максимум отражений) – устанавливает количество раз, которое фотон может быть отражен. При 0 отражений нет. При 1 фотон может отражаться один раз, при 2 – два раза и т. д. Значение по умолчанию 10.

Max. Refractions (Максимум преломлений) – устанавливает количество преломлений фотона. При 0 фотон не преломляется. При 1 – преломляется один раз, при 2 – два раза и т. д. Значение по умолчанию 10.

LIGHT PROPERTIES GROUP (Группа свойств источников света)

Элементы управления в этой группе влияют на то, как ведут себя источники света при просчете глобального освещения. По умолчанию настройки энергии и фотонов применяются ко всем источникам света в сцене.

Average Caustic Photons per Light (Среднее количество фотонов каустики на источник света) – устанавливает количество фотонов, испускаемых каждым источником света для использования в каустике. Увеличение этого значения увеличивает точность расчета каустики, но увеличивает количество используемой памяти и время ренде-

ринга. Уменьшение этого значения уменьшает использование памяти и время рендеринга и может быть полезным для предварительного просмотра эффектов каустики. Значение по умолчанию 20 000. На рис. 4.29 показан пример применения различного количества фотонов каустики к одному источнику света.

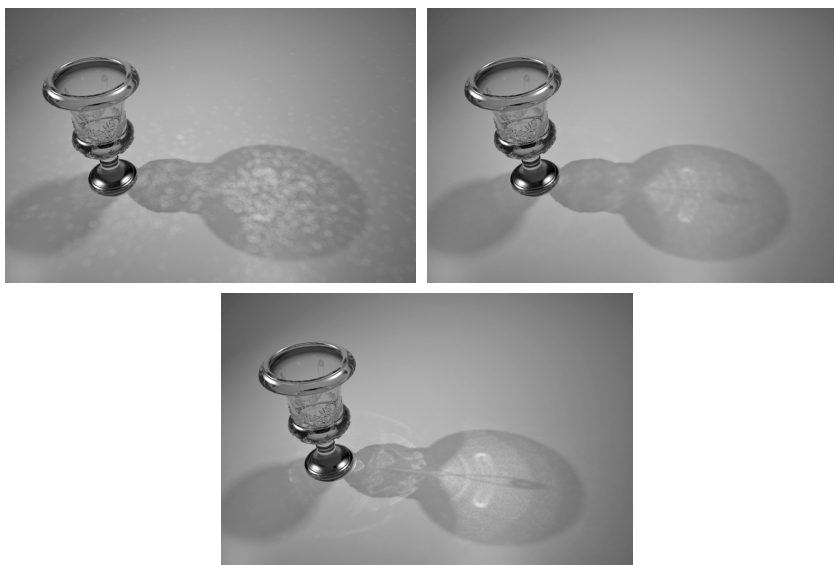


Рис. 4.29. Воздействие среднего количества фотонов на мягкость освещения: 10 000 (слева); 200 000 (в центре); 2 500 000 (справа)

Average GI Photons per Light (Среднее количество GI-фотонов на источник света) – устанавливает количество фотонов, испускаемых каждым источником света для расчетов глобального освещения. Увеличение приводит к наиболее точному просчету глобального освещения, но увеличивает расход памяти и времени рендеринга. Уменьшение, аналогично, уменьшает количество используемой памяти и время рендеринга. Значение по умолчанию 20 000. На рис. 4.30 показан пример применения различных значений данного параметра. Слишком маленькое значение (10 000) приводит к размытию глобального освещения, а высокое (2 500 000) – к его зашумлению.

Decay (Угасание) – определяет затухание энергии фотонов по мере их удаления от источника света. Это значение равно $1/(\text{расстояние} * \text{затухание})$, где расстояние – расстояние от источника света до



Рис. 4.30. Воздействие количества фотонов на тени и мягкость освещения: 10 000 (слева); 200 000 (в центре); 2 500 000 (справа)

объекта, а затухание – значение этой настройки, значение по умолчанию 2 (физически правильное угасание).

В реальном мире свет угасает по закону обратных квадратов, но это дает реалистичный эффект, только если вы используете реалистичное значение энергии источника света. Другие значения **Decay** могут быть полезны в достижении нужного вам результата, не обращая внимания на физическую точность источника света.



На заметку: значения **Decay** меньше, чем 1.0, не рекомендуются, так как они могут повлечь наличие артефактов.

GEOMETRY PROPERTIES GROUP

(ГРУППА СВОЙСТВ ГЕОМЕТРИИ)

All Objects Generate & Receive GI and Caustics (Все объекты генерируют и принимают GI и каустику) – при включении опции во время рендеринга все объекты в сцене могут генерировать и воспринимать каустику и глобальное освещение, несмотря на их локальные настройки. При выключении эти характеристики определяются локальными настройками объектов. Включение данной опции – хоро-



Рис. 4.31. Параметр **Decay**:
1.5 (слева); 2.0 (в центре) 2.5 (справа)

ший способ проверить, как генерируется каустика, хотя это и может увеличить время рендеринга в разы.

Эта настройка не влияет на локальные настройки объекта. При выключении данной опции локальные свойства объектов снова начнут действовать.

Индивидуальная настройка фотонов

Параметры настройки генерации и расчета фотонов доступны для выбранного источника света из свитка **Indirect Illumination** (Освещение отраженным светом) на командной панели **Modify** (Модификации), рис. 4.32.

Automatically Calculate Energy and Photons (Автоматический расчет энергии и фотонов) – автоматизация излучения фотонов осуществляется на основании параметров, определяемых глобально в окне настройки глобального освещения, рис. 4.33. Параметры **Energy**, **Caustic** и **GI Photons** действуют в качестве множителей по отношению к этим глобальным параметрам. Таким образом, все источники света генерируют фотоны, используя глобальные параметры, а затем

к этим параметрам дополнительно применяются множители.

On (Включено) в области *Manual Settings* – параметры для установки генерации фотонов вручную.



На заметку: настройка глобального освещения и каустики обычно делается методом проб и ошибок. А величины световой энергии могут отличаться в зависимости от масштаба сцены, поскольку ее распространение в сцене воссоздается с затуханием по закону обратных квадратов.

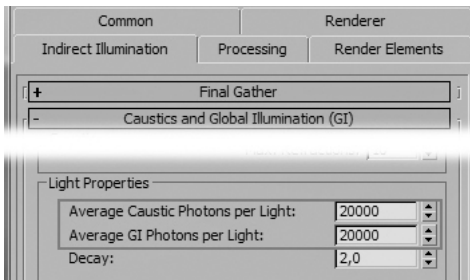


Рис. 4.33. Настройки глобальных значений генерации фотонов

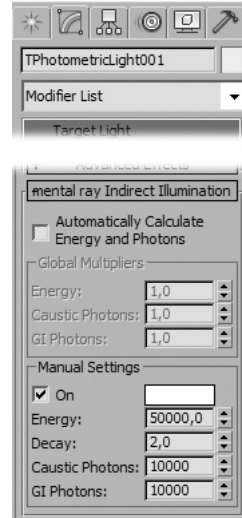


Рис. 4.32. Настройки индивидуальных значений генерации фотонов

Шейдеры фотонов

Шейдеры фотонов применяются только для освещения алгоритмом *Global Illumination*. Этот шейдер определяет лишь внешний вид света, отраженного от объектов сцены, но не цвет зеркальных бликов или отражения зеркальных или частично зеркальных объектов друг в друге.



На заметку: если для объекта шейдер фотонов не назначен, то он не будет задействован на стадии генерации и расчета фотонов, то есть не будет оказывать влияния на освещение глобальным освещением.

Разорвать связь между шейдерами освещения и фотонов можно с помощью параметров из области **Caustic and GI** свитка **mental ray Connection** в окне редактора материалов, как показано на рис. 4.34.

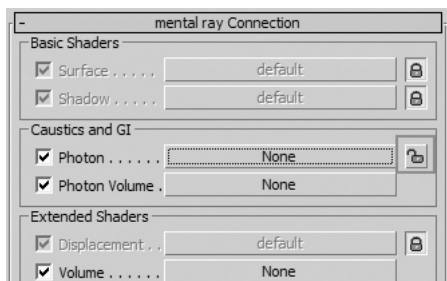


Рис. 4.34. В 3ds Max могут применяться независимые шейдеры фотонов

Сняв блокировку со связи параметра *Photon*, можно назначить шейдер фотонов из окна *Material/Map Browser*. В 3ds Max входит целый ряд шейдеров фотонов (базовых и физических).

Использование фотонных карт

Фотонные карты генерируются и рассчитываются в зависимости от местоположения источников света в сцене. Этот процесс происходит независимо от положения камеры. Можно сформировать фотонную карту, сохранить ее файл и затем использовать для рендеринга сцены под любым углом зрения или даже вместе с последовательностью кадров с анимацией камеры без надобности генерации фотонной карты. При этом если, конечно, не перемещать сам источник света, излучающий фотоны или объекты сцены.

Фотонные карты особенно удобно использовать при визуализации анимационных сцен, где объекты неподвижны, а перемещается только камера, как, например, в анимации пролета камеры по сцене.

Настройки генерации фотонной карты находятся в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Indirect Illumination** (Освещение отраженным светом), в свитке **Reuse (FG and GI Disk Caching)** (Кеширование FG и GI на диске) в группе **Caustics and Global Illumination Photon Map** (Фотонные карты каустики и глобального освещения) нажмите на кнопку для выбора шейдера, как показано на рис. 4.35.

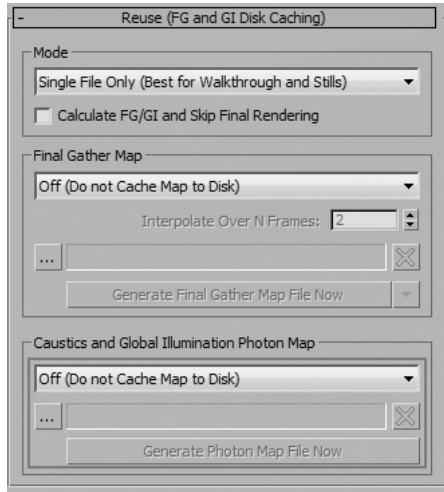


Рис. 4.35. Настройка повторного использования карты фотонов

В выпадающем меню можно выбрать одну из трех опций (названия опций в списке говорят сами за себя):

- **Off (Do not Cache Map to Disk)** (Выключено, не используется для кеширования карты на диск);
- **Read/Write Photons to Photon Map Files** (Считывать/Записывать фотоны в фотонную карту);
- **Read Photons Only from Existing Photon Map Files** (Только считывание фотонной карты из существующего файла).

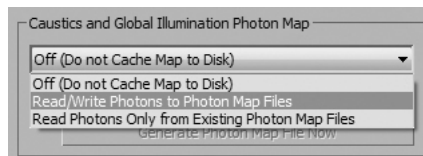


Рис. 4.36. Выбор метода использования карты фотонов

Если нам необходимо просто создать фотонную карту, следует переключить режим в **Read/Write Photons to Photon Map Files**, откроется диалоговое окно с запросом указать имя файла. Назовите как-

нибудь файл, например *gi_test.pmap*, затем нажмите на кнопку **Generate Photon Map File Now** (Сгенерировать фотонную карту), рис. 4.37.

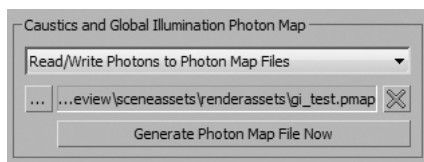


Рис. 4.37. Генерация карты фотонов

Диагностика фотонов

Для проверки качества фотонной карты (плотности и радиуса) можно воспользоваться диагностическим рендерингом сцены. Фотоны могут быть рассчитаны двумя методами диагностики.

Для активации диагностики фотонов выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Processing** (Обработка), в свитке **Diagnostics** (Диагностика) – опцию **Photon** (Фотоны), рис. 4.38.

Один из методов диагностики основан на распределении плотности фотонов, а другой – на интенсивности энергетической освещенности. В обоих режимах диагностики рендеринг выглядит как пространственный градиент с переходом от синего цвета (минимума) к голубому, далее зеленому, желтому и, наконец, к красному (максимуму).

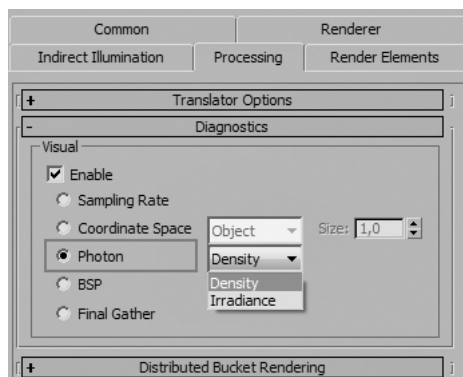


Рис. 4.38. Генерация карты фотонов

Установив максимальное значение в любом из режимов диагностики фотонов, можно определить допустимый предел их плотности и интенсивности, он будет отображаться красным цветом. Для плотности фотонов красный цвет показывает максимальное количество фотонов, для энергетической освещенности – ее интенсивность. Чем выше этот предел, тем меньше заметен переход от красного цвета к синему, потому что на каждый участок сцены приходится больше фотонов (выше их плотность).



Рис. 4.39. Пример диагностического рендеринга фотонов

Совместное использование алгоритмов Global Illumination + Final Gather

Метод освещения отраженным светом **Final Gather** (рассматриваемый далее) является хорошим решением для удаления пятнистых артефактов в сцене. Он обеспечивает до мельчайших подробностей детализацию полутонов освещения сцены. Поэтому при расчете и генерации глобального освещения может быть использовано меньше фотонов. Такой подход означает, что при глобальном освещении учитывается неоднократное отражение рассеиваемого света в сцене. **Final Gather** дополнительно вводится для улучшения результатов расчета и генерации глобального освещения.



Рис. 4.40. Пример использования обоих алгоритмов **GI + FG**; с опцией **Material Override** (слева) и финальное изображение (справа)

Заключительные соображения

Имитация света лучше всего получается путем интерполяции достаточного количества фотонов на определенной площади. При смешивании малого количества фотонов на большой площади свет попадает не на все участки сцены. При увеличении радиуса действия фотонов освещение сцены становится равномерным по всей сцене и нет цветового перехода освещения сцены от наиболее светлой области сцены у источника света к более темной области сцены (где источники света отсутствуют).

Большого количества деталей освещения можно добиться увеличением количества фотонов. В данном случае перенос значений цвета поверхности одного объекта на поверхность другого возможен с меньшим радиусом фотонов.



На заметку: расчет и генерация фотонной карты с большим количеством фотонов на самом деле отнимает не намного больше времени, например расчет 20 000 фотонов займет 1–2 мин, а 40 000 – 2–3 мин.

Final Gather (Окончательный сбор)

Не будем вдаваться в подробности теории алгоритма освещения отраженным светом *Final Gather (FG)*. Суть этого алгоритма заключается в том, что все поверхности объектов сцены разбиваются на треугольники и определяются точки для обработки информации об их освещенности (*FG Rays*). Обработке подвергаются лишь те поверхности объектов, которые попадают в поле зрения камеры (в отличие от

фотонов **Глобального освещения** и **Каустики**). Вокруг каждой точки (*FG Ray*) строится полусфера единичного радиуса. Из каждой точки испускаются лучи (*Rays per FG Points*). При пересечении лучей с поверхностями происходит диффузное или зеркальное отражение, или же преломление лучей (в зависимости от свойств материалов). Когда луч заканчивает свой путь, информация об освещенности точки, в которую он попал, возвращается в исходную точку.

Качество *Global Illumination* (Глобальное освещение) можно улучшить методом *Final Gather*. Без него глобальное освещение на диффузных поверхностях вычисляется путем оценки плотности фотонов (и энергии) около этой точки. С использованием *Final Gather* множество новых лучей посылаются в полусферу над точкой для определения дополнительной освещенности, что улучшает качество освещения отраженным светом.

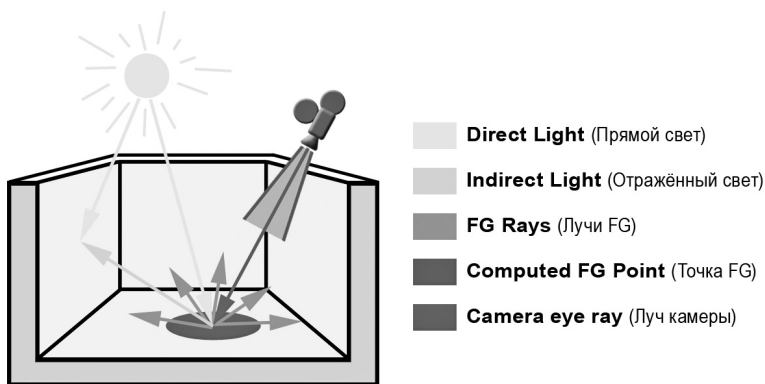
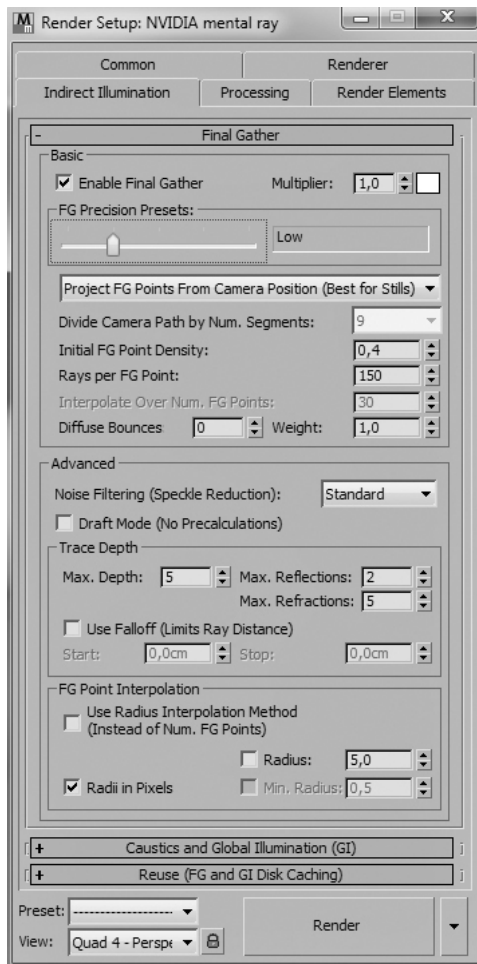


Рис. 4.41. Пример прохождения лучей **Final Gather** в сцене



На заметку: далее будут приводиться примеры использования настроек и параметров **Final Gather** без использования Indirect Illumination. В случае использования Final Gather совместно с Indirect Illumination будет комментарий, указывающий на это.

Final Gather также можно применять без глобального освещения (генерации фотонных карт); и это рекомендуемый метод относительно простого и быстрого получения освещения отраженным светом. Для получения наиболее реалистичного освещения отраженным светом, используя только метод *Final Gather*, можно увеличить количество отражений в пределах от 3 до 7 и применять более высокие значения плотности и количества лучей (речь о которых пойдет далее).

Рис. 4.42. Параметры **Final Gather**

Основные параметры управления Final Gather

BASIC GROUP (ГРУППА БАЗОВЫХ НАСТРОЕК)

Enable Final Gather (Включить Final Gather) – при включении mental ray использует *Final Gather* для расчета освещения отраженным светом или для улучшения качества результатов расчета гло-

бального освещения (*Global Illumination*). На рис. 4.43 показан пример применения алгоритма *Final Gather* для расчета освещения отраженным светом.

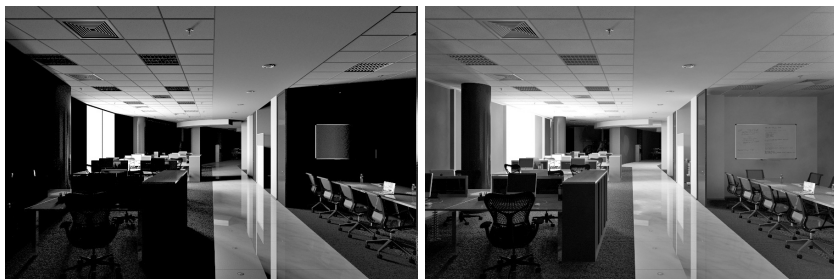


Рис. 4.43. Пример использования **Final Gather**: выключено (слева); включено (справа)

Multiplier/color swatch (Множитель/определение цвета) – используется для настройки интенсивности и цвета освещения отраженным светом алгоритма *Final Gather*. Параметры по умолчанию *1.0* и *белый цвет* воспроизводят физически правильное глобальное освещение. Это бывает полезно для настройки влияния эффекта *FG* и улучшения качества картинки.

FG Precision Presets (Предустановки FG) – предоставляет быстрое и легкое решение для *Final Gather*. Предустановки по умолчанию: **Draft** (Черновой), **Low** (Низкий), **Medium** (Средний), **High** (Высокий), **Very High** (Очень высокий) и **Custom** (Пользовательский) (выбор по умолчанию).



На заметку: предустановки влияют на следующие настройки: Initial FG Point Density; Rays per FG Point; Interpolate Over Num. FG Points. Настройки предустановок описаны в текстовом файле `mentalray_fg_presets.ini`, который находится в папке `\pluginsfg`. Вы можете модифицировать существующие предустановки и добавить новые, редактируя этот файл.



Важно: в рамках книги не предусмотрены методики создания анимационных роликов и продакшн-рендеринга. Описаны лишь значения опций и некоторые рекомендации по их использованию.

Выпадающий список Project FG Points... – позволяет выбрать метод для избегания или минимизации мерцания, которое может появиться при рендеринге анимации с фиксированной или движущейся-



Рис. 4.44. Пример использования предустановок **Final Gather**:
Draft – 16 мин 2 сек (слева); **Medium** – 23 мин 4 сек (в центре);
High – 40 мин 22 сек (справа)

ся камерой (особенно когда сцена содержит движущиеся источники света и/или движущиеся объекты).

Project FG Points From Camera Position (Проецировать точки FG из позиции камеры) – распределяет точки *Final Gather* для одного вида (точки обзора). Используйте в тех случаях, когда камера неподвижна (из которой вы рендерите анимацию), – это очень экономит время просчета *Final Gather*.

Project Points from Positions Along Camera Path (Проецировать точки FG вдоль пути камеры) – распределяет точки *Final Gather* среди нескольких точек обзора. Используйте, когда камера, из которой вы рендерите анимацию, движется, особенно если заметны мерцания в областях, которые в основном освещены *Final Gather*. Этот метод может значительно увеличить время просчета *Final Gather*.

Также при использовании данного метода установите параметр *Divide Camera Path by Num. Segments* в правильное значение и увеличьте параметр *Initial FG Point Density* (речь о котором пойдет ниже).



На заметку: этот метод наиболее эффективен для относительно коротких моментов рендеринга с камеры, которая движется не очень быстро. Если вы рендерите анимацию, в которой камера движется на значительное расстояние относительно кадров. Например: ролик на 30 кадров, за которые камера пересекает большой стадион. Вы можете достичь больших результатов, используя *Final Gather Map*, который сам генерирует карту для каждого кадра либо комбинирует ее с параметрами «*Project Points...*».



На заметку: при использовании этого метода перед рендерингом каждого кадра анимации окно **Virtual Frame Buffer** показывает предварительный расчет всех сегментов **Final Gather**.

Divide Camera Path by Num. Segments (Разделить путь камеры на количество сегментов) – выберите из выпадающего списка количество сегментов, на которое разделяется путь камеры при использовании опции *Project Points from Positions Along Camera Path* (см. выше). Доступные значения – квадраты чисел от 1 до 10. Наиболее подходящее значение определяется экспериментально, но, как правило, количество сегментов – как минимум один на 15–30 кадров.

Также при увеличении этого параметра убедитесь, что параметр *Initial FG Point Density* имеет большее значение, чем при рендеринге статичного изображения. И снова нужно будет поэкспериментировать со значениями для достижения оптимальных результатов, которые зависят от того, насколько заполнена сцена объектами, источниками света и т. д. Лучше всего начинать с маленьких значений и повышать их, пока результат вас не удовлетворит.

Initial FG Point Density (Начальная плотность точек FG) – множитель плотности точек *Final Gather*. Увеличение этого параметра повышает плотность (и как следствие – количество) точек *Final Gather* при расчете освещения. Этот параметр полезен для разрешения проблем с геометрией, например большое количество объектов, находящихся рядом друг с другом, или острые грани объектов на ближнем фоне.

Рассмотрим пример изменения плотности точек FG на рис. 4.45. Для всех трех изображений параметры *Final Gather* установлены по умолчанию, изменено лишь значение *Rays per FG Point* на 50.

Rays per FG Point (Лучей в точке FG) – этот параметр устанавливает количество лучей, используемых для расчета освещения отраженным светом *Final Gather*. Увеличение данного параметра делает освещение отраженным светом менее шумным, но также увеличивает время рендеринга.



Рис. 4.45. Параметр **Initial FG Point Density**:
0,1 (слева); 0,4 (в центре); 1,0 (справа)

Рассмотрим пример изменения количества лучей в точке FG на рис. 4.46. Для всех трех изображений параметры *Final Gather* установлены по умолчанию, изменено лишь значение *Initial FG Point Density* на 0,25.

Interpolate Over Num. FG Points (Интерполировать в N-количество точек FG) – устанавливает количество точек *Final Gather*, используемых для сэмплирования картинка. Помогает решить некоторые проблемы с шумом и делает картинку более гладкой.

Эта настройка недоступна при использовании метода *Use Radius Interpolation Method*.

Diffuse Bounces (Диффузные отражения) – этот параметр устанавливает количество диффузных отражений.

Подобно *Maximum Reflections* и *Maximum Refractions*, это значение ограничивает *Max Depth* (группа параметров *Trace Depth*). Если установить значение *Diffuse Bounces*, большее, чем *Max Depth*, то последняя настройка автоматически увеличивается до значения *Diffuse Bounces*.



На заметку: при использовании *Final Gather* совместно с алгоритмом *Global Illumination* изменение этой настройки никак не влияет на результат.



Рис. 4.46. Параметр **Rays per FG Point**:
50 (слева); 100 (в центре); 200 (справа)

Рассмотрим пример изменения количества диффузных отражений на рис. 4.47. Для всех изображений установлена предустановка *Medium*, остальные параметры – по умолчанию.

Стоит обратить внимание на время рендеринга: при установке одного диффузного отражения (*Diffuse Bounces 1*) время рендеринга 5 мин 14 сек. В то время как с 4 диффузными отражениями (*Diffuse Bounces 4*) время рендеринга 11 мин 3 сек. Но обратите внимание на освещение отраженным светом, более реалистичным выглядит последнее изображение рис. 4.47.

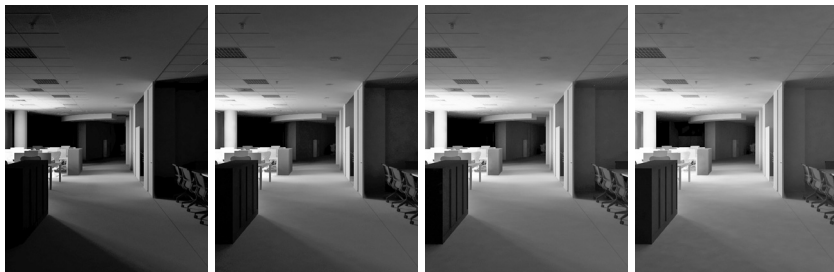


Рис. 4.47. Параметр **Diffuse Bounces**, слева направо: 0; 1; 2; 4

Weight (Вес) – управляет относительным влиянием диффузных отражений на *Final Gather*. Значение масштабирует от «без вторичных отражений» (значение – 0.0) до «полных вторичных отражений» (значение – 1.0).

Дополнительные параметры управления Final Gather

ADVANCED GROUP (ГРУППА РАСШИРЕННЫХ НАСТРОЕК)

Noise Filtering (Speckle Reduction) (Фильтрация шума, уменьшение «пятнистости») Применяет фильтр усреднения значений, используя соседние лучи *Final Gather*, которые испускаются из одной и той же точки. Этот параметр позволяет выбирать уровень фильтрации из выпадающего списка. Доступны следующие опции: **None** (Не применять), **Standard** (Стандартный), **High** (Высокий), **Very High** (Очень высокий) и **Extremely High** (Чрезвычайно высокий), рис. 4.48.

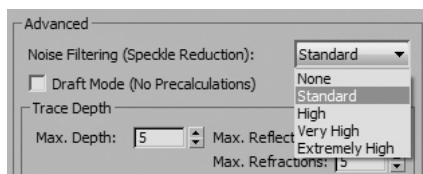


Рис. 4.48. Типы фильтрации шума **Final Gather**

Практический эффект от увеличения значения фильтрации шума *Noise Filtering* – это сглаживание освещения сцены ценой времени рендеринга. Как бы то ни было, увеличение фильтрации может сделать освещение темнее.

Фильтрация шума работает путем устранения отдельных лучей, которые ярче, чем остальные. Например, когда большее количество лучей имеют яркость 10% относительно друг друга, но некоторые на 50% ярче, чем другие. Использование фильтрации шума отбрасывает эти лучи и использует их при расчете *Final Gather*.

Как результат в мало освещенных сценах установка *Noise Filtering* в значение **None** может существенно увеличить общую освещенность.

На рис. 4.49 визуализирована часть интерьера, освещенная только источником света *Skylight*, и весь свет в интерьер проходит через окно (параметр **Diffuse Bounces** – 1). Картинка слева очень темная при фильтрации шума **Standard**. В центре эта же сцена визуализи-

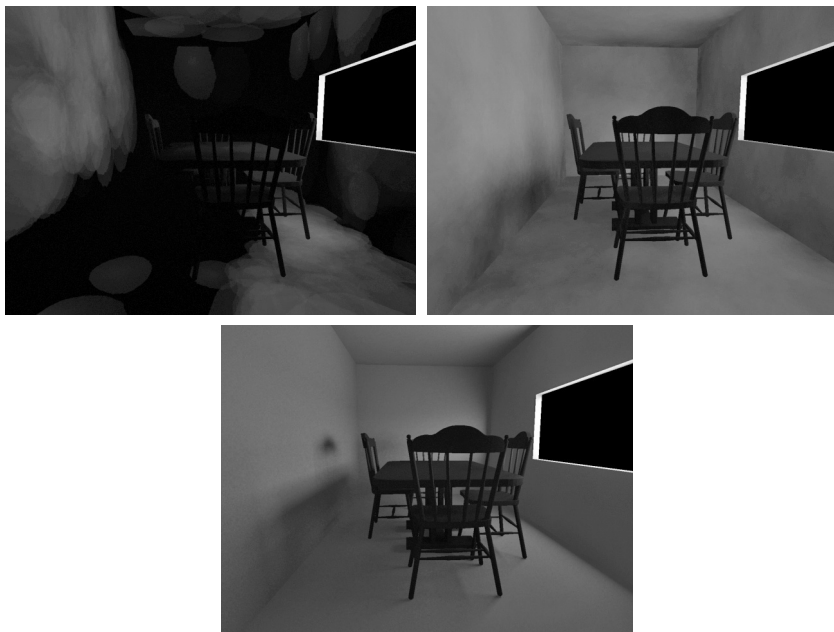


Рис. 4.49. Параметр **Noise Filtering**: **Standard** (слева); **None** (в центре); **Standard + mr Sky Portal** (справа)

рована намного ярче с отключенной фильтрацией шума (значение **None**). Однако можно заметить некоторую неравномерность (шум) освещенности. В таких случаях можно добиться больших результатов с незначительным увеличением времени рендеринга, установив **Noise Filtering** в значение **Standard** и используя **mr Sky Portal** в окне, как показано на картинке справа.

Draft Mode (No Precalculations) (Черновой режим) – при включении этого чекбокса *Final Gather* пропускает фазу предварительного просчета. Результатом этого является рендеринг с артефактами, но время рендеринга значительно сокращается, это может быть полезно при предварительном рендеринге для оценки общего освещения сцены (не учитывая точности теней и полутеней). По умолчанию эта опция отключена.

TRACE DEPTH GROUP (Группа глубина трассировки)

В этой группе настройки очень схожи с одноименными настройками глобального освещения (*Global illumination*), но здесь они отно-

сятся к лучам отражений и преломлений света, а не к лучам, используемым в диффузных отражениях.

Max. Depth (Максимальная глубина) – ограничивает комбинацию отражения и преломления лучей света. Отражение и преломление света прекращается, когда общее количество обоих равно настройке **Maximum Depth**. Например, если **Maximum Depth** равно 3 и глубина трассировки для преломления и отражения у каждого равна 2, то луч может быть отражен дважды и один раз преломлен, или наоборот, но он не может быть отражен и преломлен 4 раза. Значение по умолчанию – 2.

Max. Reflections (Максимум отражений) – устанавливает количество раз, которое может быть отражен луч. При нулевом значении отражений не происходит. При значении 1 луч может быть отражен только 1 раз, при значении 2 – два раза и т. д.

Max. Refractions (Максимум преломлений) – устанавливает количество раз, которое может быть преломлен луч. При нулевом значении преломлений не происходит. При значении 1 луч может быть преломлен только 1 раз, при значении 2 – два раза и т. д.

Use Falloff (Limits Ray Distance) (Использовать спад, ограниченные расстояния луча) – при включении этого чекбокса становятся доступными параметры **Start** и **Stop**. Эти параметры определяют пределы начала и конца спада для лучей *Final Gather*, что, в свою очередь, может немного сократить время рендеринга, ограничивая расстояние, которое могут проходить лучи *Final Gather* в сцене.

Эта опция позволяет творчески регулировать влияние *Final Gather* объекты сцены.

FG POINT INTERPOLATION GROUP

(Группа интерполяции точек FG)

Эти настройки предоставляют доступ к наследованию метода интерполяции точек *Final Gather*.

Use Radius Interpolation Method (Использовать метод интерполяции по радиусу) – включение делает остальные настройки доступными. Также выключает настройку **Interpolate Over Num. FG Points**, таким образом сигнализируя о том, что эти настройки перекрывают ее.

Radius (Радиус) – включение этого чекбокса позволяет устанавливать максимальный радиус, который применяется к *Final Gather*. Уменьшая это значение, можно добиться улучшения качества за счет увеличения числа точек FG и их лучей и, следовательно, увеличения времени рендеринга.

Если опция **Radii in Pixels** выключена, радиус указывается в текущих единицах измерения 3ds Max и по умолчанию равен 10% от радиуса сцены. Если включено, то значение по умолчанию равно 5.0 пикселям.

Если обе функции – **Radii in Pixels** и **Radius** – выключены, то максимальный радиус будет равняется значению по умолчанию – 10% от максимального радиуса сцены в мировых единицах.

Radii in Pixels (В пикселях) – при включенном чекбоксе значение радиусов указывается в пикселях. При выключенном – единицы измерения зависят от переключателя **Radius**.

Min. Radius (Минимальный радиус) – при включении чекбокса становится доступной опция установки минимального радиуса, который используется в *Final Gather*. Уменьшение этого значения может улучшить качество рендеринга, что повлечет за собой увеличение его времени. Эта функция недоступна до тех пор, пока не будет включена опция **Radius**. Значение по умолчанию – 0.1. Если включена опция **Radii in Pixels**, то значение по умолчанию – 0.5.



На заметку: обычно увеличение плотности точек более эффективно, чем уменьшение значения **Min. Radius**.



Важно: чтобы минимизировать мерцание в анимации, желательно сохранять значения обоих радиусов как можно ближе друг к другу.

В большинстве случаев можно ограничиться одним алгоритмом освещения отраженным светом *Final Gather*. Лучше всего начинать с минимальных предустановок (*Presets*), если результат вас не устраивает, можно повысить предустановку на уровень больше. Если же время рендеринга выросло в разы, то следует устанавливать параметры *Final Gather* вручную, анализируя полученное изображение и устраняя те или иные артефакты соответствующими параметрами *Final Gather*. Для начала уменьшайте параметр *Initial FG Point Density*, затем уменьшайте параметр *Rays per FG Point*, при этом не забывайте делать тестовый рендеринг, сравнивая время и качество картинки, до тех пор, пока время/качество вас не удовлетворит.

Индивидуальная настройка Final Gather для отдельных объектов

Настройки управления влияния *Final Gather* для отдельных объектов находятся в **Object Properties** ⇒ **mental ray Panel** (Свойства объекта ⇒ вкладка mental ray), рис. 4.50.

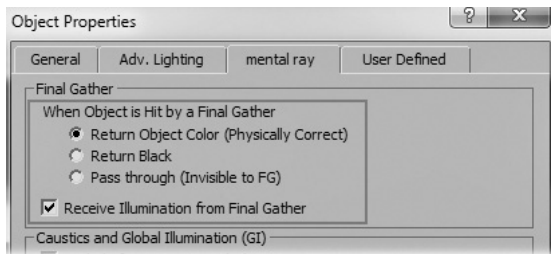


Рис. 4.50. Свойства объектов и их параметры, ограничения влияния **Final Gather** на освещение отраженным светом

Return Object Color (Physically Correct) (Возвращать цвет объекта) – когда этот параметр активен, объект участвует в отражении лучей *Final Gather*, генерирует и перенимает отраженные лучи *Final Gather* от других объектов. Этот режим включен по умолчанию.

Return Black (Возврат лучей без цвета) – игнорирует лучи *Final Gather*, и они возвращаются без цвета, таким образом не влияя на объект при расчете освещения отраженным светом методом *Final Gather*.

Pass through (Invisible to FG) (Пропускать мимо, невидимый для лучей FG) – предотвращает процесс *Final Gather* для объекта при отражениях лучей. Это полезно для игнорирования вклада света в малых и сложных объектах, таких как травинки или ворсинки ковров. Лучи *Final Gather* проходят мимо объекта с назначенной данной опцией и отражаются от основных объектов сцены, что, в свою очередь, облегчает расчет освещения отраженным светом методом *Final Gather*.

Receive Illumination from Final Gather (Воспринимать освещение от Final Gather) – когда этот параметр активен, объект участвует в отражении лучей *Final Gather*, когда он отключен, объект не излучает лучей при вычислении *Final Gather*.

Благодаря этим параметрам мы можем точно настроить объекты сцены, которые будут участвовать в визуализации освещения отраженным светом с помощью *Final Gather* и/или карт фотонов. При настройке параметров объектов сцены можно оптимизировать скорость вычислений освещения отраженным светом, рис. 4.51.

Использование карт Final Gather

Карты *Final Gather* генерируются и рассчитываются в зависимости от местоположения камеры на сцене. Можно сформировать карту *Final*

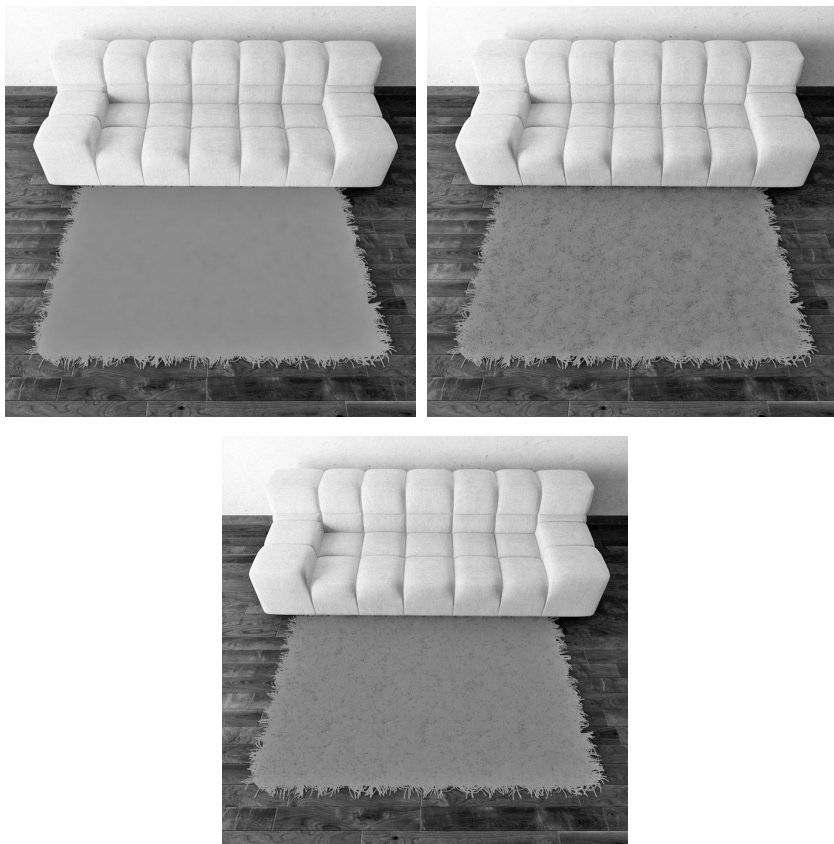


Рис. 4.51. Пример применения различных режимов восприятия объектом лучей **Final Gather** и зависимость влияния этих режимов на время рендеринга ковра (цвет ковра специально завышен для наглядности влияния режимов): **Return Object Color** 10 мин 39 сек (слева); **Return Black** 8 мин 57 сек (в центре); **Pass through** 9 мин 34 сек (справа)

Gather, сохранить ее файл и затем использовать для рендеринга сцены в более высоком разрешении, или же использовать для последовательности кадров (подробнее об этом см. опцию **Final Gather** в одноименном свитке **Выпадающий список Project FG Points...**).

Настройки генерации карты **Final Gather** находятся в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **In-**

direct Illumination (Освещение отраженным светом) в свитке **Reuse (FG and GI Disk Caching)** (Кеширование FG и GI на диске) в группе **Final Gather Map** (Карты Final Gather), рис. 4.52.

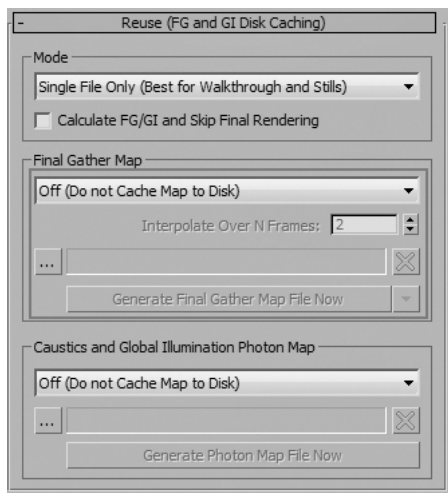


Рис. 4.52. Настройка повторного использования карты **Final Gather**

В выпадающем меню можно выбрать одну из трех опций (названия опций в списке говорят сами за себя):

- **Off (Do not Cache Map to Disk)** (Выключено, не используется для кеширования карты на диск);
- **Incrementally Add FG Points to Map File** (Постепенно добавлять точки FG в файл карты);
- **Read FG Points Only from Existing Map Files** (Только считывание точек FG из существующего файла).

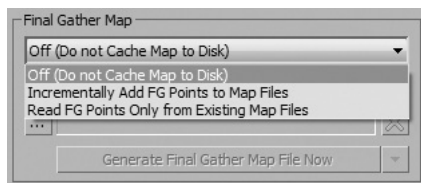


Рис. 4.53. Выбор метода использования карты **Final Gather**

Если нам необходимо просто создать карту *FG* для статичного изображения, то следует переключить режим в **Incrementally Add FG Points to Map File**, откроется диалоговое окно с запросом указать имя файла. 3ds Max автоматически предложит создать временную карту *temp.fgm*, можно задать свое название файла. Нажмите на кнопку **Generate Final Gather Map File Now** (Сгенерировать карту Final Gather карту), рис. 4.54.

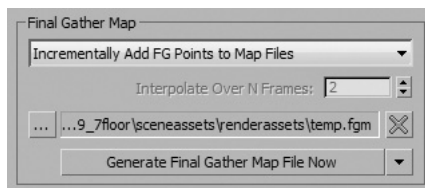


Рис. 4.54. Генерация карты фотонов

Диагностика Final Gather

Для проверки качества *Final Gather* можно воспользоваться диагностическим рендерингом сцены.

Для активации диагностики *Final Gather* выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Processing** (Обработка), в свитке **Diagnostics** (Диагностика) – опцию **Final Gather** (Окончательный сбор), рис. 4.55.

После активации диагностики *Final Gather* рендеринг проходит как и в обычном режиме, но после его окончания на изображение поверх накладываются точки зеленого цвета, обозначающие точки *Final Gather*. Проецирование лучей происходит через шестиугольную сет-

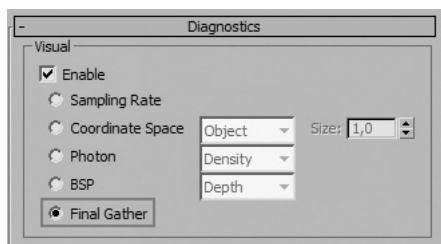


Рис. 4.55. Генерация карты фотонов

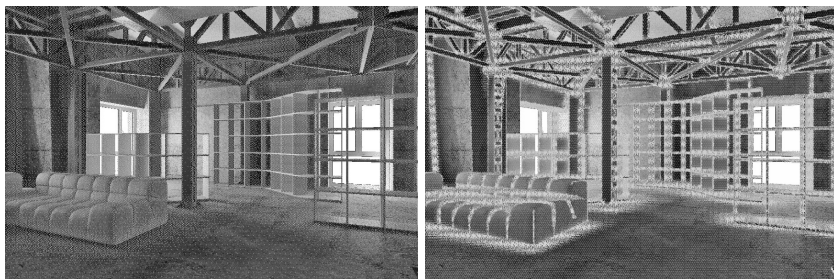


Рис. 4.56. Пример диагностического рендеринга **Final Gather**: предустановка **Low** (слева); **High** (справа)

ку в направлении взгляда. Обратите внимание, что точек *Final Gather* больше всего на «угловатых» и примыкающих друг к другу поверхностях объектов.

Мы рассмотрели основные алгоритмы освещения отраженным светом в *mental ray*, а также их диагностику. Помимо описанных *Global Illumination* и *Final Gather*, существуют другие алгоритмы, но они скрыты в *3ds Max*. Получить к ним доступ можно с помощью стороннего скрипта – *Render Optimizer*, который можно бесплатно скачать на сайте <http://www.infinity-vision.de>.

Теперь же рассмотрим дополнительные параметры по оптимизации использования оперативной памяти. Подробнее поговорим про трассировку лучей, текстуры-заместители (*Bitmap Proxy*) и объекты-заместители (*mr Proxy Object*).

Оптимизация процесса рендеринга

Визуализация и трассировка лучей

Алгоритмы трассировки лучей направлены на сокращение продолжительности рендеринга и не оказывают никакого влияния на качество изображения. Отсюда возникает вопрос: «для чего нужны эти алгоритмы, если на качество изображения они не влияют?» Ответ очень прост: зная и умея настраивать алгоритмы трассировки лучей, можно ошутимо сократить время рендеринга.

Алгоритмы трассировки лучей

Начальные сведения о трассировке лучей вы узнали в первой главе. Рассмотрим теперь процесс трассировки лучей более детально.

При трассировке лучей рендерер сравнивает каждый испускаемый луч с каждым многоугольником в сцене, определяя пересечения поверхности лучом. Если установлен уровень сэмплинга 1, для каждого пикселя в сцену испускаются четыре луча (RGBA), каждый из этих лучей сравнивается с каждым многоугольником в сцене для обнаружения факта пересечения. Именно поэтому для трассировки лучей требуется колоссальный объем вычислений. Ведь каждый луч нужно сравнить со всеми многоугольниками, а не только с теми, что находятся прямо перед ним, поскольку неизвестно, какие свойства поверхностей имеют многоугольники (лучи могут отразиться, пройти сквозь объект и т. д.). Отсюда можно сделать вывод: чем больше число сэмплов, тем больше сравнений лучей и многоугольников, это, в свою очередь, увеличивает продолжительность визуализации.

BSP – Binary Space Partition (двоичное разделение пространства) – это алгоритм построения дерева BSP, который является основным алгоритмом трассировки лучей для *mental ray*. Также существует алгоритм построения крупного дерева BSP2. В этих алгоритмах сцена разделяется на мелкие части для сравнения лучей с меньшим числом многоугольников. Для оптимизации продолжительности рендеринга необходимо свести к минимуму число таких сравнений. Это означает, что чем меньше сравнений, тем быстрее выполняется визуализация.

Трехмерная сцена в этих алгоритмах делится на несколько трехмерных контейнеров, чтобы равномерно разделить многоугольники по двум критериям: числу допустимых контейнеров и числу многоугольников в каждом из этих контейнеров. Разделив сцену на подобные контейнеры, называемые *вокселями* (элементы объемного изображения), можно определить, какие именно воксели пересекает луч при перемещении по сцене. Это дает *mental ray* возможность сравнивать луч с многоугольниками, находящимися в подобных вокселях, благодаря чему снижается число сравнений.

Также воксел может содержать дополнительные воксели или многоугольники. *Листьями дерева BSP* называются воксели, состоящие только из многоугольников.

В алгоритме BSP2 применяется более эффективная дисковая подкачка для рационального использования оперативной памяти. Дисковая подкачка дает *mental ray* возможность загружать и выгружать

элементы сцены из оперативной памяти по мере надобности. Для алгоритма BSP2 характерна более сложная древовидная структура, которая лучше приспособлена для обработки крупных сцен, хотя это делается медленнее, чем в алгоритме BSP.

Если при визуализации сцены используется много оперативной памяти (сцена содержит миллионы многоугольников и большое количество текстур в высоком разрешении), то в качестве альтернативы для ускорения рендеринга такой сцены следует применять алгоритм BSP2.

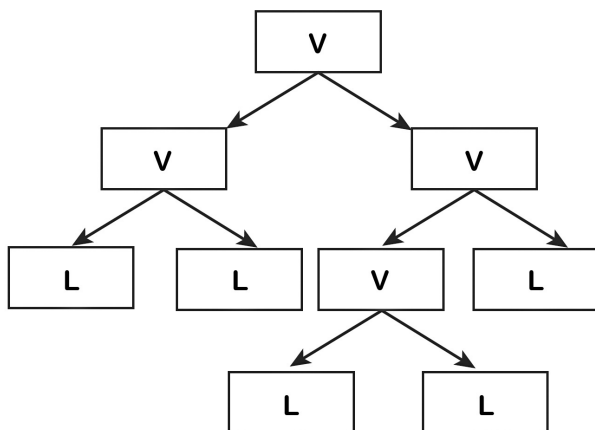


Рис. 4.57. Алгоритм BSP, показанный в двух измерениях, но фактически он действует в трех измерениях

Для вокселей указывается максимальная степень подразделения (*глубина вокселя*), то есть фиксированный предел, который *mental ray* не может превысить. Сверх этого предела дополнительные подразделения вокселей не допускаются.

Еще одним важным параметром вокселей является максимальный размер многоугольников в каждом вокселе – *размер вокселя*.

Чем больше глубина вокселей, тем больше оперативной памяти требуется для их хранения и стадия подготовки к обработке также продолжительнее. Если оперативная память исчерпывается, то *mental ray* временно выгружает данные на жесткий диск, а затем считывает их и загружает обратно в оперативную память по мере необходимости, иными словами – выполняется дисковая подкачка, что замедляет выполнение операций с данными сцены. С подобными за-

дачами лучше справляется алгоритм BSP2. Кроме того, чем больше многоугольников содержится в вокселе, тем больше времени требуется для оценки пересечений при трассировке лучей, а это означает, что необходимо найти наиболее подходящую глубину вокселей. Глубина вокселей оказывает более заметное влияние на продолжительность рендеринга, чем размер вокселей. Следует отметить, что значения параметров глубины и размера вокселей, подходящие для рендеринга на одном компьютере, могут оказаться непригодными для рендеринга на другом, так как число вокселей, образуемых без дисковой подкачки, зависит от объема оперативной памяти.

Чтобы установить размер и глубину вокселей, выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Рендерер) в свитке **Ray Tracing** ⇒ **Raytrace Acceleration** (Трассировка лучей ⇒ Ускорение трассировки лучей) и установите **Size** (Размер) и **Depth** (Глубину), как показано на рис. 4.58.

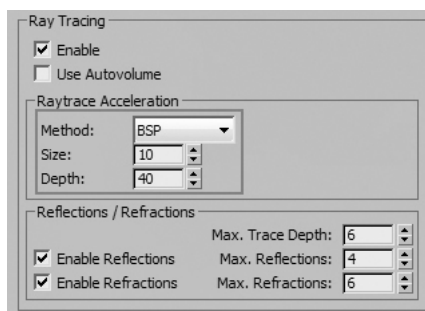


Рис. 4.58. Алгоритм BSP, установка размера и глубины вокселей

Size (Размер) – если число треугольников (многоугольники, транслированные в формат .mi) в сцене превышает этот предельный размер вокселя, то образуются два дополнительных вокселя, но при условии, что максимальная глубина допускает создание дополнительных вокселей.

Увеличение размера может иметь следующие последствия: увеличение продолжительности рендеринга в связи с появлением в каждом вокселе большего числа треугольников; чем меньше вокселей нужно образовать, тем меньше оперативной памяти для этого требуется. Это означает, что размер иногда полезно увеличивать ради сокращения объема используемой оперативной памяти, тем самым повышая производительность.

Уменьшение размера может иметь следующие последствия: разрастание дерева BSP в глубину в соответствии с заданным параметром размера, для чего требуется больше оперативной памяти, поскольку приходится хранить меньшее количество треугольников в большем числе вокселей, находящихся в листьях дерева.

Увеличение числа вокселей с меньшим количеством треугольников означает также уменьшение числа сравнений лучей с многоугольниками, что приводит к ускорению визуализации и более эффективному использованию оперативной памяти.

Depth (Глубина) – по мере увеличения параметра глубины требуется больше оперативной памяти для хранения дополнительных вокселей. Чем больше значение глубины, тем быстрее выполняется рендеринг, при условии что в системе имеется достаточно оперативной памяти для хранения дерева BSP. Если же предельный или допустимый объем оперативной памяти превышен, то mental ray приходится временно сохранять данные на диске, это приводит к замедлению процесса рендеринга. Для разрешения данного затруднения можно уменьшить глубину или же использовать алгоритм BSP2.

Диагностика и точная настройка алгоритма BSP

На рис. 4.59 приведен фрагмент статистических данных алгоритма BSP в окне информации mental ray. Каждое из этих выходных сообщений дает более полное представление о текущей оптимизации алгоритма BSP и ходе ее выполнения.

Эти сообщения вкратце описаны в табл. 4.2.

Из окна информации mental ray можно проанализировать результаты и проверить настройки алгоритма BSP. При выборе оптимального значения параметров алгоритма BSP приходится учитывать многие факторы. Размер листа дерева не следует устанавливать большим,

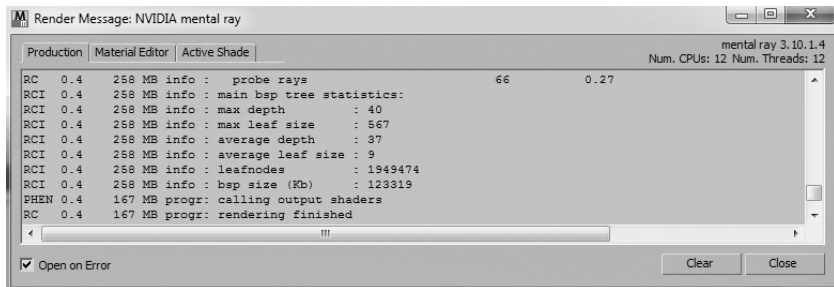


Рис. 4.59. Статистические данные дерева BSP

Таблица 4.2. Выходные сообщения об ускорении трассировки лучей

Регистрируемое сообщение	Назначение
max depth	Максимальный уровень глубины, достигнутый во время визуализации
max leaf size	Максимальное число многоугольников, содержащихся в вокселе во время визуализации
average depth	Средняя глубина, достигнутая во время визуализации
average leaf size	Среднее число многоугольников, приходящихся на каждый лист дерева
leafnodes	Число вокселей, используемых для хранения многоугольников; чем больше это число, тем больше оперативной памяти требуется
bsp size (Kb)	Фактически используемый объем оперативной памяти для хранения дерева BSP

чтобы не сводить на нет сам смысл оптимизации трассировки лучей. Если размер листа дерева установлен 200, то заданное максимальное значение глубины вряд ли будет вообще достигнуто. Это означает, что это максимальное значение не используется в полную силу, и поэтому для каждого листа дерева приходится делать больше сравнений лучей и треугольников. Но если установить размер листа дерева равным 1 и задать подходящее значение глубины, то и такой вариант окажется неэффективным, так как *mental ray* будет помещать в каждый воксел по одному треугольнику до тех пор, пока не достигнет максимальной глубины.

Начать оптимизации алгоритма BSP рекомендуется со значений 1–20 для размера листа дерева и 30–40 для глубины. Для крупных сцен требуется большая глубина, поэтому в подобных случаях можно попробовать для начала установить ее значение 40–50. В табл. 4.3 приведены значения глубины и размера, задаваемые для алгоритма BSP, продолжительность визуализации и выходные статистические данные визуализации в *mental ray*.

Точная настройка алгоритма BSP выполняется методом проб и ошибок. По завершении рендеринга следует проанализировать полученные результаты в выходных сообщениях. Изменить немного параметры, вновь сделать тестовый рендеринг, записать данные для сравнения с предыдущими тестами и т. д. Сравнивая продолжительность рендеринга и данные из сообщений, можно добиться оптимальной настройки параметров данного алгоритма.

Глубина (при малых значениях) оказывает наибольшее влияние на продолжительность визуализации. Средний размер листа дерева оказывается больше, чем размер, предоставляемый для рендеринга. Обычно следует стремиться к уменьшению среднего размера листа

Таблица 4.3. Статистические данные для дерева BSP

Статистика	A	B	C	D	E	F	G
Size (Размер)	10	10	10	6	7	5	5
Depth (Глубина)	30	40	50	45	45	45	50
max leaf size (Максимальный размер листа)	6928	656	318	320	320	320	318
avarage depth (Средняя глубина)	28	36	40	39	39	39	41
avarage leaf size (Средний размер листа)	19	8	7	6	6	5	5
Leafnodes (Листовых узлов)	495 908	3 421 737	5 659 997	7 581 510	6 964 373	8 380 954	10 341 122
bsp size (Kb) (Размер)	42 581	210 723	339 164	430 209	399 182	472 859	580 927
Render time (Время рендеринга)	1:42,53	1:35,07	1:35,58	1:34,67	1:35,39	1:34,68	1:35,34

дерева, а большие его значения служат в качестве своего рода предупреждения.

При увеличении глубины уменьшается число многоугольников в листах дерева, имеющих максимальный размер, а в самих листьях дерева образуется больше вокселей.

Достигнув момента, когда увеличение глубины приводит к замедлению визуализации, можно попробовать увеличить размер листа дерева или же уменьшить саму глубину. Самое главное во время настройки алгоритма BSP – найти момент, когда изменения параметров в ту или иную сторону приводят к дальнейшему увеличению продолжительности рендеринга.



На заметку: параметры настройки разрешения и сглаживания не оказывают никакого влияния на настройки алгоритма BSP, поэтому во время проверки рекомендуется использовать малые значения этих параметров для ускорения визуализации.



На заметку: следует иметь в виду, что изменение настроек алгоритма BSP оказывает влияние только на продолжительность визуализации, но не на сами возможности изображения и трассировки лучей.

Помимо пробных рендеров для проверки настройки алгоритма BSP, имеются визуальные средства для диагностики ускорения трассировки лучей.

В режиме диагностики предоставляется комбинация цветов (градиент от синего, зеленого, желтого до оранжевого и красного). Синий цвет означает наименьшую глубину, а красный – предельную глубину, рис. 4.60. Статистические данные для используемой тестовой сцены представлены в табл. 4.3.2 в колонке D.



Рис. 4.60. Диагностика глубины дерева BSP

Лучшая глубина окрашивается в основном в голубой и желтый, а не сплошным красным цветом. Голубой и желтый обозначают средние, наилучшие параметры уровня глубины. А наличие участков, окрашенных сплошным красным цветом, означает, что необходимо увеличить размер или глубину.

Оба метода диагностики – BSP Depth и BSP Size – обозначают состояние сцены с помощью той же самой комбинации цветов, но первый метод (диагностики глубины) указывает также и на размер, что очень удобно для диагностики данного алгоритма.

Упомянутые выше методы предоставляют удобные средства для визуального представления глубины и размера листа дерева в сцене, используя систему цветов кодировки.

Использование оперативной памяти

Во время рендеринга в mental ray создается база данных сцены, сохраняемая в кеше геометрической формы. Рендерер mental ray управляет этим кешем, чтобы загружать и выгружать информацию из базы данных, наиболее эффективно используя оперативную память.

В кеше геометрической формы хранятся информация о положении геометрических форм в пространстве, данные ее мозаичного представления и любые другие данные, которые могут потребоваться для рендеринга.



На заметку: мозаичное представление получает вся геометрия сцены, полигональные и параметрические модели, которые необходимо преобразовать в треугольники (представить в виде мозаики). Данная задача состоит из этапов: 1) выполняется загрузка геометрии в оперативную память, чтобы mental ray стало известно о ее существовании и ее положении в сцене; 2) создается мозаичное представление в виде треугольников.

По мере разрастания кеша постепенно растет и использование оперативной памяти – до тех пор, пока не будет достигнут ее критический предел. Далее рассмотрим методы оптимизации использования оперативной памяти в mental ray.

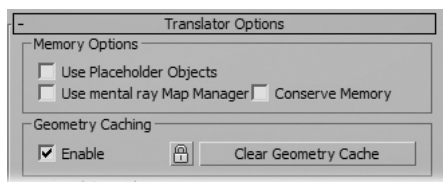


Рис. 4.61. Параметры опций транслятора

Use Placeholder Objects (Использовать объекты-заполнители) – при включении этой опции 3ds Max посылает геометрию в mental ray только по запросу. Изначально база данных сцены mental ray состоит лишь из размеров и положений объектов в сцене 3ds Max. Объекты посылаются на просчет в том случае, когда mental ray обрабатывает часть сцены, которая содержит объекты, попадающие в обзор камеры. По умолчанию опция отключена.

Эта опция может ускорить рендеринг, при условии что в вашей сцене много объектов, не попадающих в обзор камеры.

Когда *mental ray* не хватает памяти, использование данной опции увеличивает доступную память для него, удаляя не попадающую в вид камеры геометрию. Это может существенно уменьшить количество используемой памяти, но может и немного замедлить процесс рендеринга.

Conserve Memory (Сохранение памяти) – заставляет транслятор занимать как можно меньше памяти. Это может замедлить процесс трансляции, но уменьшит количество данных, посылаемых в *mental ray*. По умолчанию опция отключена.

Эта опция полезна, если требуется отрендерить большую сцену, а время менее критично.

Включение данной опции также принуждает *mental ray* сохранять фреймы как временные *.map*-файлы. Это позволяет рендерить очень большие сцены без превышения количества памяти.

На рис. 4.62 показан пример влияния применения опций группы *Memory Options group* на использование оперативной памяти компьютера. Слева мы видим, что используется критический объем оперативной памяти, но ядра процессора используются не полностью. Большая часть работы идет не над рендерингом, а над хранением объема данных в памяти. Справа же показано, что память используется более динамически, и вся работа идет над самим процессом рендеринга, нежели попытками сохранить весь объем данных в оперативной памяти.

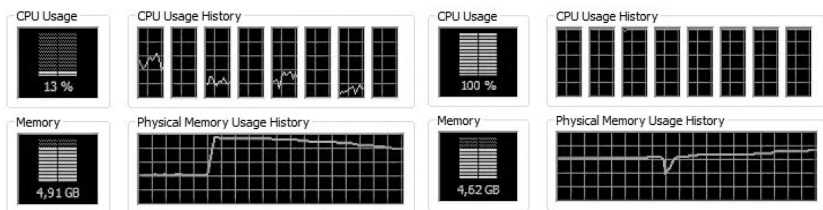


Рис. 4.62. При выключенных параметрах **Use mental ray**, **Map Manager** и **Conserve Memory** нехватка памяти сказывается на производительности процессора (слева); при включенных параметрах **Use mental ray**, **Map Manager** и **Conserve Memory** память используется корректно ценой продолжительности времени рендеринга (справа)

На рис. 4.63 показан пример визуализации сцены, состоящей из тысяч пальм и миллионов полигонов. Статистика процесса рендеринга показана на рис. 4.62 справа.



Рис. 4.63. Пример рендеринга объемной сцены с тысячами объектов и миллионами полигонов

GEOMETRY CACHING GROUP (Группа кеширования геометрии)

Кеширование геометрии позволяет сохранять содержание транслированной сцены во временный файл для использования в дальнейшем в последовательных рендерах. Это может сэкономить некоторое время, особенно в больших сценах. Доступны два уровня кеширования: стандартный и закрытый.

Enable (Включить) – когда опция включена, рендер использует кешированную геометрию. Во время первого рендера геометрия транслируется и сохраняется в кеш-файл. Затем в последующем рендеринге этой же сцены рендер использует кешированную геометрию для всех неизменных объектов вместо их ретрансляции. Любая измененная геометрия заново транслируется.

Lock Geometry Translation (Блокировать трансляцию геометрии) – при включении этой опции изменения уровня подобъектов, такие как редактирование вершин или настройка модификаторов, игнорируются и не приводят к ретранслированию. Однако изменения уровня объекта, такие как перемещение или вращение, приводят к ретранслированию.

Clear Geometry Cache (Очистить кеш геометрии) – удаляет кешированную геометрию.



Примечание: так как мы не затрагиваем *mental ray Stand Alone*, то и не будем рассматривать группу параметров **Export to .me file** (Экспортировать файл в формат .mi). Также мы пропустим группу **Render Passes**.

Помимо оптимизации геометрии, в mental ray также можно оптимизировать использование оперативной памяти при работе с текстурными картами.

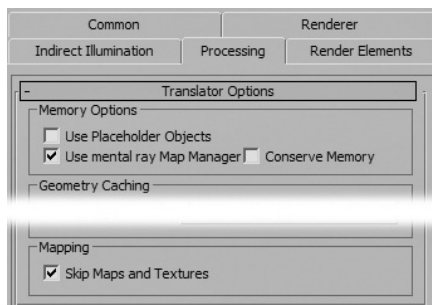


Рис. 4.64. Параметры оптимизации текстурных карт

Use mental ray Map Manager (Использовать менеджер текстур mental ray) – при включении опции используемые в материалах и шейдерах карты текстур считываются с диска и преобразуются в специальный формат mental ray. При отключении этой функции карты считываются напрямую из памяти и дополнительные преобразования не требуются. Опция по умолчанию отключена.

Опция включена: mental ray читает текстуры напрямую с диска (когда памяти мало, он очищает память текстур). Текстуры загружаются по мере необходимости. mental ray использует встроенный пирамидальный фильтр (pyramid filtering system). Форматы текстур, которые не поддерживаются mental ray, читаются 3ds Max и направляются в mental в виде двоичных данных перед началом рендеринга.

Опция отключена: 3ds Max читает текстуру с диска и отправляет отдельные цвета пикселей в mental ray по мере необходимости.



Примечание: 3ds Max считывает текстуры с диска и хранит их в памяти между процессами рендеринга. Это несколько ускоряет рендеринг, поскольку текстуры не нужно считывать с диска каждый раз.

Включение данной функции полезно для больших сцен, которые требуют много памяти для рендеринга. Отключение опции ускоряет процесс рендеринга, так как текстуры уже загружены в память и их не нужно снова загружать и еще раз передавать в mental ray.

Обязательно включите опцию **Use mental ray Map Manager** при использовании рендеринга по сети, при распределенном рендеринге.

При использовании *mental ray Map Manager* может отличаться качество рендеринга (на разных машинах) из-за разницы в технологиях фильтрации текстур.

SKIP MAPS AND TEXTURES (Отключить растровые изображения и процедурные карты)

При включении этой опции во время рендеринга игнорируются текстуры (растровые изображения и процедурные карты) и используются только цвета поверхностей (диффузный цвет, цвет блика и т. д.). По умолчанию эта опция отключена.

Выключение текстурных карт может быть полезным для сохранения оперативной памяти, когда вы настраиваете глобальное освещение.

Текстуры-заместители (Bitmap Proxies)

В 3ds Max существует полезный инструмент **Bitmap Proxy** (Текстурные ссылки-заместители), который кеширует и автоматически уменьшает большие текстуры. Чтобы открыть диалоговое окно настройки **Bitmap Proxy**, выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Common** (Основные параметры) в свитке **Bitmap Performance and Memory Options** (Производительность текстур и опции памяти) и нажмите на кнопку **Setup** (Установка), как показано на рис. 4.65.

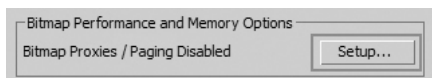


Рис. 4.65. Установка **Bitmap Proxy**

По умолчанию инструмент **Bitmap Proxy** отключен, но когда включены настройки по умолчанию, изображения сохраняются в оригинальном разрешении и хранятся в памяти между рендерингами.

На рис. 4.66 показаны диалоговое окно с настройками *Bitmap Proxy* и варианты выпадающего меню **Render Mode** (Режим рендера).

Когда режим рендера установлен в **Render With Proxies (High Performance, Low Memory)**, 3ds Max автоматически уменьшает текстуры, согласно порогу, установленному в выпадающем списке **Downscale map to** (Уменьшить текстуру до), и сохраняет во вложенной папке проекта *\proxies*.

Третий режим рендеринга заставляет 3ds Max не хранить текстуры между рендерингами, сохраняя память. В данном режиме могут

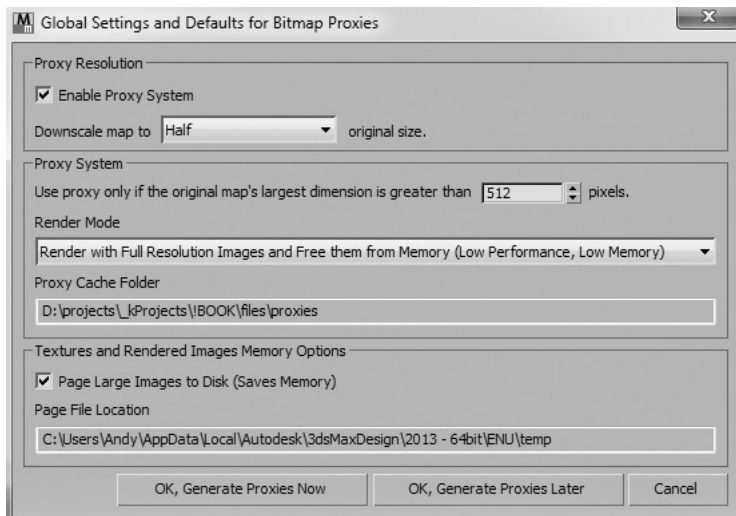


Рис. 4.66. Диалоговое окно **Bitmap Proxy** и настройки режимов

возникнуть задержки во время рендеринга, однако это может и улучшить работу с малым количеством оперативной памяти.



На заметку: если используется немного текстур с низким разрешением, то нет необходимости применять данный инструмент, но если вы работаете с большим количеством текстур с высоким разрешением и не хватает оперативной памяти, тогда лучше всего использовать **Bitmap Proxy** совместно с другими параметрами оптимизации геометрии свитка **Translator Options**.

Объекты-заместители (mr Proxy Object)

Объекты-заместители, или, как их принято называть, просто *прокси-объекты*, предназначены для экономии памяти при прорисовке в больших сценах. Их стоит использовать тогда, когда у вас в сцене есть огромное количество одинаковых объектов (например, массивы леса, клумбы или другие многополигональные объекты).

Прокси-объекты используются следующим образом. Сначала создается оригинал объекта, ему назначаются материалы, по необходимости задается анимация. После этого рекомендуется сохранить его в отдельный файл, если в дальнейшем возникнет необходимость модификации. Далее объект конвертируется в специальный объект *mental ray mr Proxy*, который генерирует файл формата *.mib*, содержа-

щий в себе геометрию и анимацию объекта оригинала. В сцене этот объект отображается в виде облака точек, как показано на рис. 4.67. Это сделано для того, чтобы облегчить отрисовку огромного количества прокси-объектов в окнах проекций. После конвертации можно удалить объект-источник, так как прокси-объект берет данные из файла, сохраненного на диске.

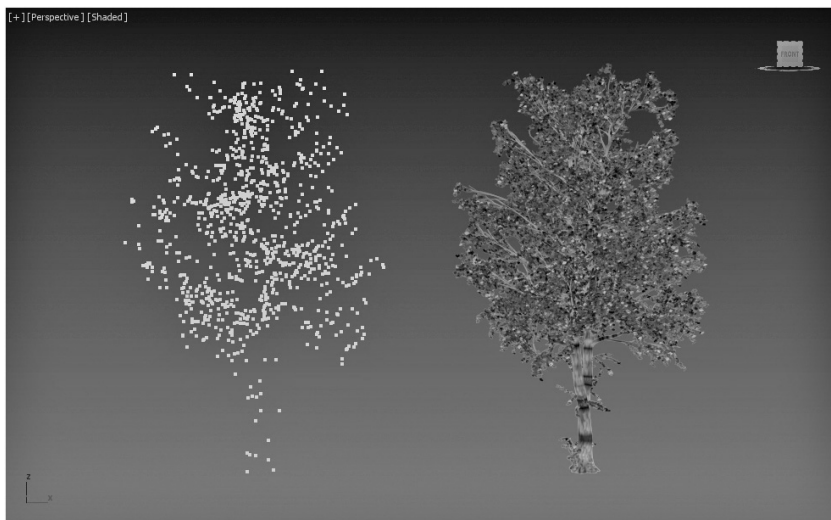


Рис. 4.67. Отображение mr Proxu (слева) и объекта оригинала (справа)

Теперь прокси-объект можно использовать почти так же, как любой другой объект сцены. Можно придавать ему любые трансформации, назначать материалы.

Если возникла необходимость в изменении прокси-объекта, то нужно изменить заранее сохраненный объект-оригинал и заново сконвертировать его в прокси-объект, переписав предыдущий.

SOURCE OBJECT (ГРУППА ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА-ИСТОЧНИКА)

Source object button (Кнопка объект-источник) – показывает и позволяет выбрать заранее сгенерированный файл с данными для прокси-объекта в формате *.mib*.

Clear source object slot (Отчистить объект-источник) – очищает связь прокси-объекта и файла с данными.

Write Object to File (Сохранить объект в файл) – сохраняет данные вновь сгенерированного прокси-объекта в отдельный файл в фор-

мате *.mib*. Этот файл можно загрузить в другой прокси-объект. Кроме самого файла с данными, создается еще файл в формате *.bmp*, содержащий изображение объекта.



На заметку: файл *.mib* содержит геометрию и ID полигонов. Самих материалов он не содержит. Таким образом, вы можете назначать различные материалы на различные экземпляры одного и того же прокси-объекта.

PROXY FILE (ГРУППА ФАЙЛ-ПРОКСИ)

Proxy File (Файл объект-заместитель) – поле, в котором указывается путь к файлу *.mib*, содержащему геометрию для прокси-объекта. Рядом с полем есть кнопка **[browse]** (Обзор), которая позволяет выбрать другой файл *.mib* для загрузки в прокси-объект.



На заметку: если вы загружаете *.mib*-файл, который является частью анимационного набора из нескольких *.mib*, то программа предложит загрузить всю последовательность. При этом она включит группу параметров **Animation Support** (будет рассмотрена ниже) и установит их значения автоматически.

Scale (Масштаб) – устанавливает масштаб прокси-объекта. В отличие от стандартного инструмента масштабирования объектов, меняет масштаб всех экземпляров прокси-объектов, содержащих идентичный MIB-файл.

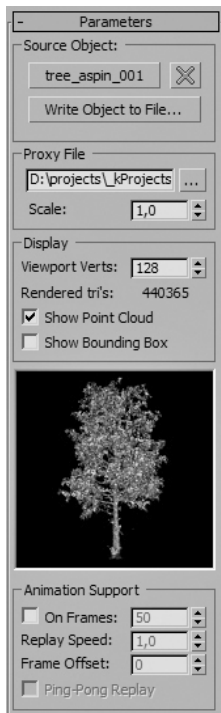


Рис. 4.68. Параметры mr Proxy Object

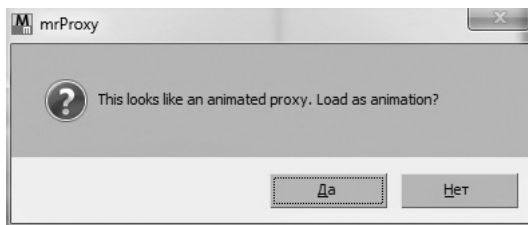


Рис. 4.69. Запрос на загрузку анимированного прокси-объекта

DISPLAY (Группа ОТОБРАЖЕНИЕ)

Viewport Verts (Точек в окне проекции) – устанавливает количество вершин объекта, которые будут отображаться в окнах проекций в виде облака точек. Такая возможность предназначена для увеличения скорости отображения модели, так как прокси-объектов в сцене может быть много тысяч, рис. 4.70.

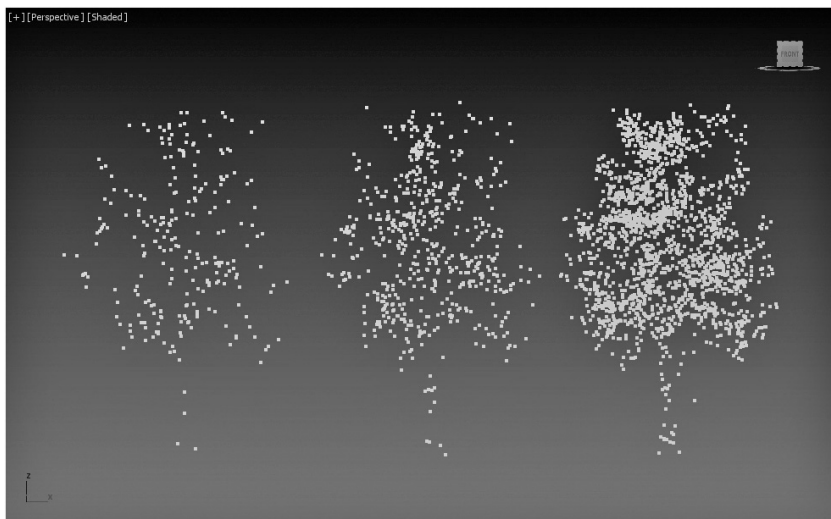


Рис. 4.70. Отображение количества точек прокси-объекта: 256 (слева); 512 (в центре) и 2048 (справа)

Show Point Cloud (Показать облако точек) – включает и выключает отображение облака точек.



На заметку: если прокси-объект выделен, то облако точек отображается в любом случае.

Show Bounding Box (Показать габариты) – включает отображение габаритных размеров прокси-объекта в виде параллелепипеда. Опция доступна только при включенном чекбоксе *Show Point Cloud*, так как если облако точек выключено, габаритный параллелепипед отображается всегда.

[preview window] (Окно предварительного просмотра) – показывает уменьшенное изображение, содержащееся в загруженном *.mib*-файле. Изображение включает фон сцены, который был установлен на момент создания этого файла.

ANIMATION SUPPORT (Группа анимации)

Параметры этой группы включают в себя настройки анимации, которые были установлены в процессе создания *.mib*-файла.



На заметку: если при создании *.mib*-файла была включена опция **Active time segment** или **Custom Range**, то программа генерирует не один статический файл, а группу файлов, каждый из которых будет содержать один кадр. Файлы будут содержать в своих названиях четырехзначные номера кадров. Например, если вы используете имя файла «Test» и сохраните его с анимацией в виде первых 10 кадров, то программа создаст набор файлов с именами: «Test0000.mib...Test0009.mib и Test0000.mib.bmp... Test0009.mib.bmp».



Важно: если в прокси-объект загружен одиночный файл без анимации, то эти настройки не дадут эффекта, а при просчете *mental ray* выдаст предупреждение об отсутствии покадровых файлов прокси-объекта и проигнорирует его.

On (Включено) – включает обработку анимации прокси-объекта.

Frames (Кадры) – количество кадров из доступных, которые необходимо проигрывать, учитывая начальный кадр (параметр *Frame Offset*). После достижения конца очереди кадров анимация снова начнется с первого кадра или пойдет в обратном направлении, если включена опция **Ping-Pong Replay**.

Replay Speed (Скорость анимации) – устанавливает скорость анимации проигрывания прокси-объекта.

Frame Offset (Начало анимации) – устанавливает сдвиг анимации прокси-объекта. Опция позволяет начать анимацию прокси-объекта не с первого кадра, а с любого другого.

Ping-Pong Replay (Инверсивное повторение анимации) – включает инверсивное повторение анимации. При включенной опции анимация подходит к последнему кадру, затем начинает идти назад обратно к первому. При выключенной опции анимация при достижении последнего кадра сразу начинается с первого и идет вперед.

При генерации *.mib*-файла командой **Write Object to File** открывается диалоговое окно **mr Praxy Creation**, рис. 4.71.

GEOMETRY TO WRITE

(Группа записи информации об объекте)

Current Frame (Текущий кадр) – сохраняет только текущий кадр объекта. Создает один статический *.mib*-файл без анимации.

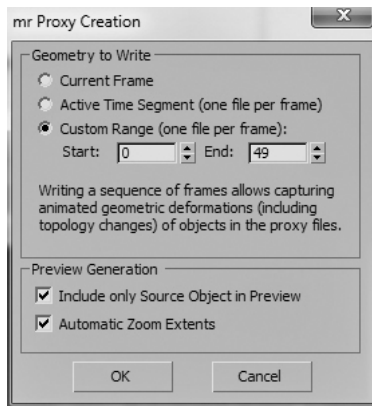


Рис. 4.71. Диалоговое окно создания прокси-объекта

Active Time Segment (Текущий временной интервал) – сохраняет всю анимацию в активном временном и кадровом интервале сцены. Создает группу нумерованных *.mib*-файлов.

Custom Range (Указать диапазон) – сохраняет анимацию в выбранном кадровом интервале. Создает группу нумерованных *.mib*-файлов.

PREVIEW GENERATION (ГРУППА СОЗДАНИЯ ПРЕДПРОСМОТРА)

Параметры группы позволяют настроить генерацию файла с предварительным изображением прокси-объекта.

Include only Source Object in Preview (Включить только объект-источник в превью) – если чекбокс включен, то в предпросмотр будет включен только сам объект-источник. Если опция выключена, то в предпросмотр будут включены также объекты, окружающие объект-источник в сцене.

Automatic Zoom Extents (Автоматическое масштабирование) – опция позволяет автоматически установить размер объекта-источника для предпросмотра, так чтобы он занимал как можно большую площадь экрана, но при этом оставался целиком виден.

Теперь вы знаете почти все параметры и настройки сцены проекта для качественной визуализации. Можете самостоятельно настроить освещение, как прямое, так и освещение отраженным светом, умеете оптимизировать использование оперативной памяти. Настраивать экспозицию и материалы. Но все это еще не фотореализм. Для фотореалистичной визуализации необходимо настроить фотозффекты, которые мы рассмотрим в следующей главе.



Глава

5

Постэффекты

Не менее важным аспектом рендеринга, помимо сэмпинга, освещения и трассировки лучей, являются так называемые «постэффекты».

Мы их выделили в отдельную группу, так как постэффекты реализуются с помощью специальных алгоритмов и шейдеров.

Как правило, все постэффекты имеют аналоги в реальном мире. Если мы внимательно посмотрим при определенных обстоятельствах на окружающий мир своими глазами (или с помощью фотоаппарата), то непременно сможем заметить их.

Прежде всего это:

- глубина резкости (depth of field);
- боке (bokeh);
- дисторсия, геометрические аберрации, искажения (distortion);
- световая аура и дифракционный рисунок от ярких источников света (glare);
- размытие в движении (motion blur).

Настройка экспозиции также является немаловажным элементом при применении постэффектов во время и после визуализации. Экспозиция была описана во второй главе в разделе *mr Photographic Exposure Control*. В этой главе рассмотрим подробнее камеры и применяемые к ним эффекты.

Глубина резкости (Depth of Field)

Глубина резкости – расстояние между самым ближним и самым дальним предметами, которые при данной диафрагме будут резкими.

Глубина резкости всегда присутствует в картинке, которую мы видим нашими глазами или на фотографии. Просто в ряде случаев она незаметна или почти незаметна.

Этот эффект связан с распределением света в линзах камеры или хрусталике глаза. Суть эффекта состоит в том, что на определенном расстоянии вперед (от взгляда) и назад (к взгляду) от точки фокусировки этого самого взгляда или камеры изображение начинает терять свою резкость. Если точка фокусировки находится близко к точке съемки, то, скорее всего, размытым будет только задний план (рис. 5.1). Если точка фокусировки далеко от точки съемки, то размытым будет только передний план.

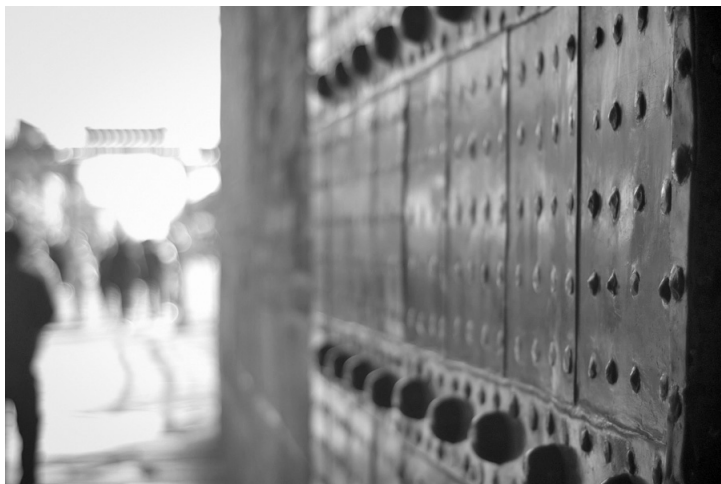


Рис. 5.1. Эффект глубины резкости. На фотографии дальний план размыт, а ближний нет, так как на ближней точке сфокусирована камера

Также общая величина размытия планов зависит не только от расстояния точки фокусировки от точки съемки, но и от степени открытия диафрагмы в реальной или виртуальной камере (число *f-Stop*).

Боке – эффект, проявляющийся в специфическом размытии ярких источников света в линзах. Если яркий источник света находится вне зоны четкого плана, то он превращается в одну или несколько концентрических окружностей или многогранников (рис. 5.2). Контур и количество граней в этом случае зависят от типа и строения диафрагмы объектива. Mental ray позволяет настроить их по вашему желанию.



Рис. 5.2. Эффект боке на фотографии от светящихся гирлянд

В *mental ray* эффект глубины резкости обычно имитируется специальным шейдером линз камеры **Depth of Field/Bokeh**. Его можно подключить в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Визуализация), в свитке **Camera Effects** (Эффекты камеры) напротив группы **Lens** (Линзы) нажмите на кнопку для выбора шейдера, как показано на рис. 5.3.

Интерфейс шейдера *Depth of Field/Bokeh*

DEPTH OF FIELD PARAMETERS (ПАРАМЕТРЫ ГЛУБИНЫ РЕЗКОСТИ)

Enabled (Включен) – позволяет включить или отключить эффект.

Focus Plane (Фокусное расстояние) – параметр, устанавливающий дистанцию от точки съемки (позиция камеры) до наиболее четкого плана. На этой дистанции объекты не будут размыты.

Radius of Confusion (Величина размытия планов) – параметр, отвечающий за размытие переднего и заднего планов. Подбирается опытным путем. Чем больше значение, тем больше размытие.

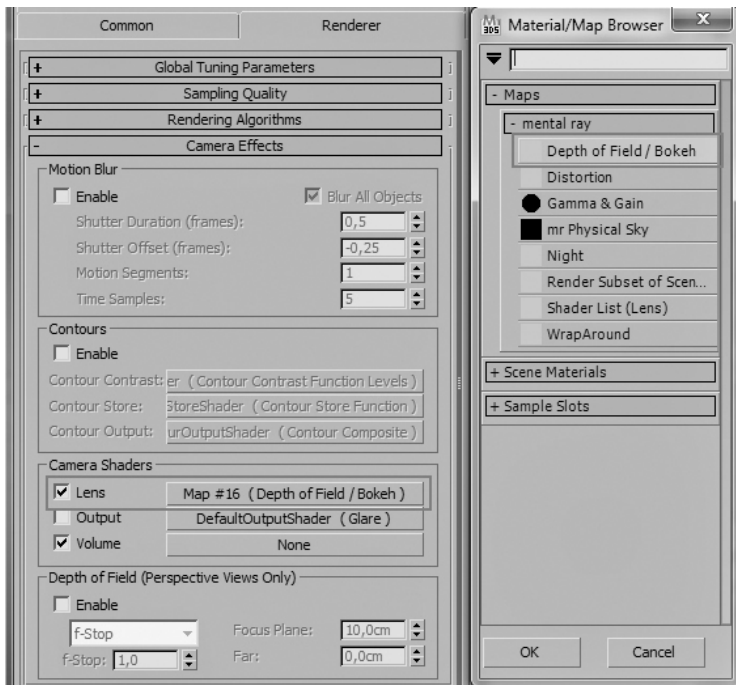


Рис. 5.3. Установка шейдера эффектов камеры

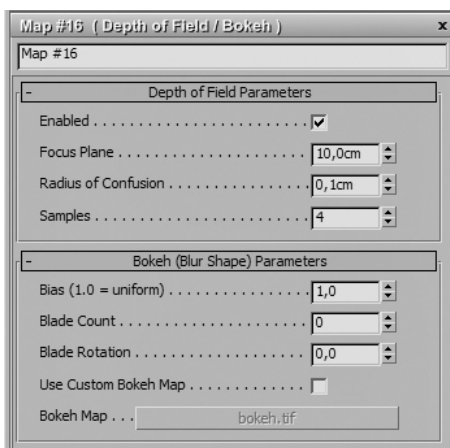


Рис. 5.4. Настройки параметров шейдера **Depth of Field/Bokeh**

Samples (Количество сэмплов) – отвечает за качество эффекта. Чем больше сэмплов, тем медленнее происходит рендеринг и тем меньше шума на размытых планах изображения.



На заметку: за качество глубины резкости отвечает не только параметр **Samples** в настройках шейдера, а также значения **Min** и **Max Samples** в настройках сэмплинга и фильтрации изображения.

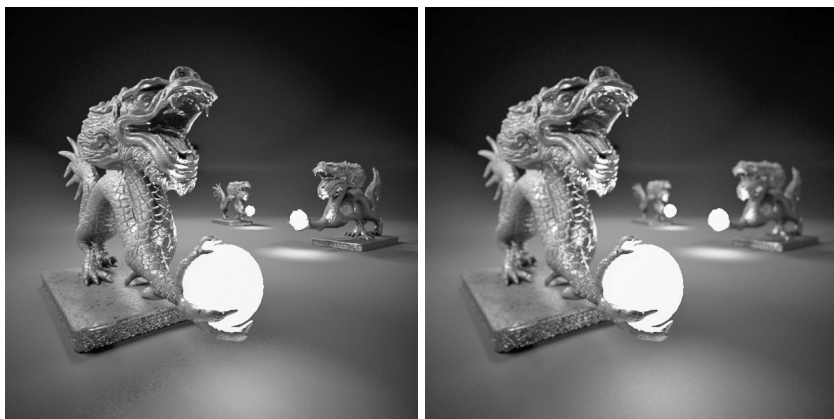


Рис. 5.5. Пример эффекта глубины резкости выключен (слева); включен (справа)

Bokeh (Blur Shape) Parameters (Параметры боке)

Bias (Смещение) – коэффициент, влияющий на четкость контура и на равномерность боке. Чем больше коэффициент, тем более четкие грани, более яркие края и более темная сердцевина боке. Если коэффициент равен 1, то боке всегда будет иметь равномерную яркость и размытые края. Если коэффициент меньше 1, то боке будет иметь яркую сердцевину и сильно размытые края. Яркость и четкость граней боке также зависят от мощности источника света. Чем более мощный источник, тем более ярким и четким будет боке при одинаковом значении коэффициента.

Blade Count (Количество граней боке) – обычно соответствует количеству лепестков диафрагмы объектива.

Blade Rotation (Поворот формы) – задает степень поворота боке вдоль оси фигуры.

Use Custom Bokeh Map (Использовать текстурную карту боке) – позволяет включить или отключить использование собственной карты для рисунка боке.

Bokeh Map (Текстурная карта боке) – слот для карты с собственным рисунком боке.



На заметку: шейдер глубины резкости весьма эффективен, но требует немалых затрат вычислительных ресурсов на дополнительные сэмплы при трассировке лучей для получения визуально более привлекательных результатов. Следовательно, устанавливая параметры, обеспечивающие высокое качество визуализации, следует ожидать заметного ее замедления, такое падение производительности при визуализации служит одной из причин, по которым предпочтение отдается шейдеру двухмерных эффектов глубины резкости (*Z-depth*). Можно экспортировать проходы визуализации трехмерной глубины и применить эффект глубины резкости (трехмерного размытия) в приложении компоновки. В этом случае настройка эффекта глубины резкости осуществляется в диалоговом режиме визуально, хотя и не так точно. Но следует не забывать, что в большинстве случаев требуется визуально привлекательный и быстрый результат, а не точность воссоздания оптического эффекта.

В *mental ray* есть еще одна возможность настройки эффекта глубины резкости индивидуально для каждой камеры и для перспективного вида, исходя из их физических характеристик (фокусное расстояние, светосила). Это позволяет получать характер размытия, близкий к естественному эффекту в различных ситуациях при различных объективах. Однако при этом не все настройки доступны для изменения (отсутствуют настройки боке и качества размытия).

Настройка глубины резкости для каждой камеры

Глубина резкости в *3ds Max* активируется в параметрах виртуальной камеры на панели модификаций, рис. 5.6.

Чем диафрагма более открыта (меньше число *f-Stop*), тем более размытые будут планы. На характер размытия влияют параметры:

- **Lens** (Фокусное расстояние камеры) – этот параметр напрямую связан с параметром **FOV** (угол раскрытия перспективы), его изменение приводит к изменению *FOV*, и наоборот. Кроме этого, данные параметры также влияют на ракурс камеры и угол ее охвата. Человеческий глаз имеет фокусное расстояние примерно 75–80 мм. Широкоугольные объективы имеют фо-

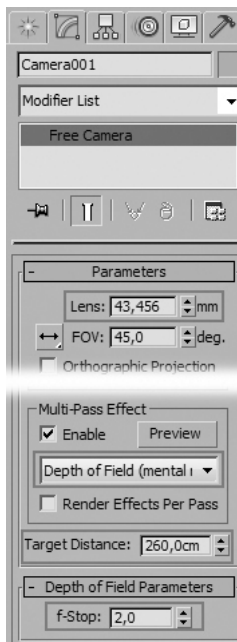


Рис. 5.6. Включение эффекта глубины резкости для отдельной камеры

кусное расстояние 14–40 мм. Телескопические объективы имеют фокусное расстояние 100–400 мм. Чем больше фокусное расстояние, тем больше размываются планы картинка.

- **Target Distance** (Дистанция фокусировки камеры) – расстояние, на котором все объекты будут четкими. Если камера не свободная (*Target Camera*), то эта дистанция зависит от положения объекта-цели камеры. Чем ближе дистанция фокусировки, тем больше размытие задних планов.
- **Multi-Pass Effect** (Многопоточные эффекты) – группа настроек, позволяющая включить эффект глубины резкости для камеры. Необходимо включить флажок *Enable* и выбрать в списке эффект **Depth of Field (mental ray)**. После этого появится дополнительный параметр в группе **Depth of Field Parameters**.
- **f-Stop** (Показатель светосилы объектива) – это число, отражающее степень закрытия диафрагмы и степень пропускания объективом света. В реальном объективе камеры оно влияет на общую яркость картинка и на степень размытия планов при

глубине резкости. В *mental ray* оно влияет только на степень размытия планов. Чем меньше число «F», тем больше размытие планов.

Настройка глубины резкости для перспективного вида

Чтобы включить глубину резкости для перспективного вида, выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Рендерер) в свитке **Camera Effects** ⇒ **Depth of Field (Perspective Views Only)** (Эффекты камеры ⇒ Глубина резкости только для перспективных окон проекций) и установите необходимые параметры, как показано на рис. 5.7.

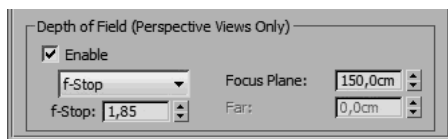


Рис. 5.7. Включение и настройка эффекта глубины резкости для перспективного вида

Enabled (Включен) – позволяет включить или отключить эффект.
f-Stop (Показатель светосилы объектива) – светосила виртуальной камеры перспективного вида (назначение и свойства параметра идентичны параметру *f-Stop* камер *3ds Max*, описанному выше).

Focus Plane (Фокусное расстояние) – параметр, устанавливающий дистанцию от точки съемки (позиция камеры) до наиболее четкого плана.



Внимание: особо стоит отметить, что все представленные способы настраиваются независимо друг от друга. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы, например, подключаемый шейдер не использовался совместно с какими-либо другими способами расчета глубины резкости, так как это приведет к некорректному результату и более длительному времени рендеринга в целом.

Дисторсия (шейдер **Distortion**)

Эффект дисторсии имитирует искажение картинка, которое возникает в процессе прохождения света через линзу объектива. В реаль-



Рис. 5.8. Проявление эффекта дисторсии при съемке широкоугольным объективом

ном мире эти искажения, так же как и эффект глубины резкости, есть всегда, но очень заметны только в некоторых ситуациях.

В *mental ray* данный эффект имитирует специальный шейдер линзы камеры – *Distortion*. Его можно подключить в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Визуализация), в свитке **Camera Effects** (Эффекты камеры) напротив группы **Lens** (Линзы) нажмите на кнопку для выбора шейдера, как показано на рис. 5.9.

Он почти не имеет никаких настроек и сразу начинает давать эффект геометрического искажения при рендеринге. Величина искажений зависит от фокусного расстояния камеры или перспективного вида, а также от коэффициента **Amount** (Значение) в настройках шейдера.

Amount (Значение) – коэффициент, влияющий на общую степень геометрических искажений.

Pin Cushion (Положительная дисторсия) – включает инверсию искажений.

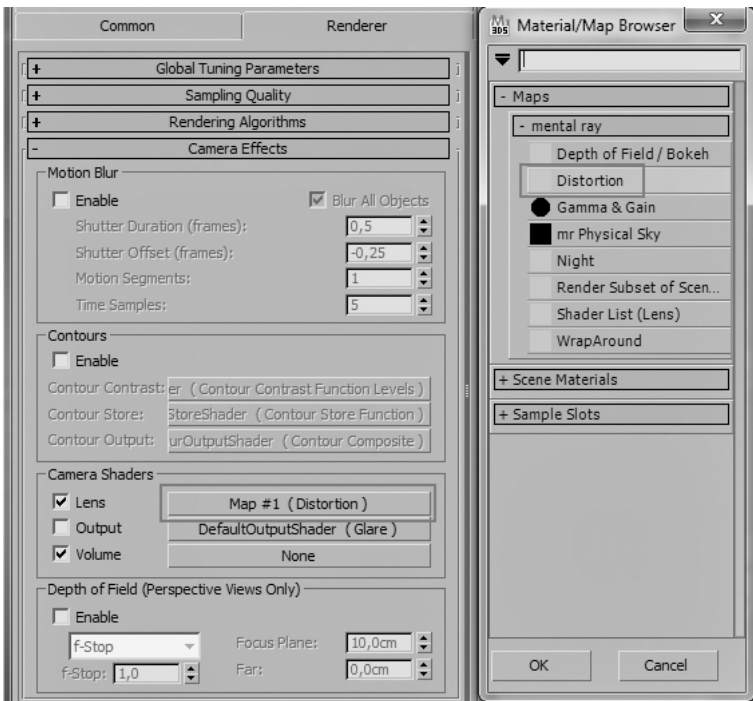


Рис. 5.9. Установка шейдера **Distortion**

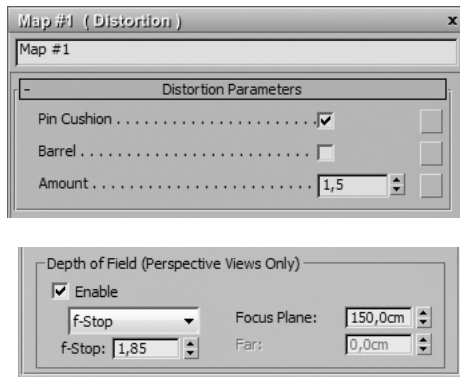


Рис. 5.10. Настройки шейдера **Distortion**



Рис. 5.11. Пример визуализации с применением эффекта дисторсии (слева) и без эффекта (справа)

Световая аура (шейдер Glare)

Вокруг ярких источников света всегда можно наблюдать световую ауру и расходящиеся лучи. Они могут быть очень четкими, а могут быть размытыми. Это зависит от светосилы объектива (числа F) и строения диафрагмы объектива.

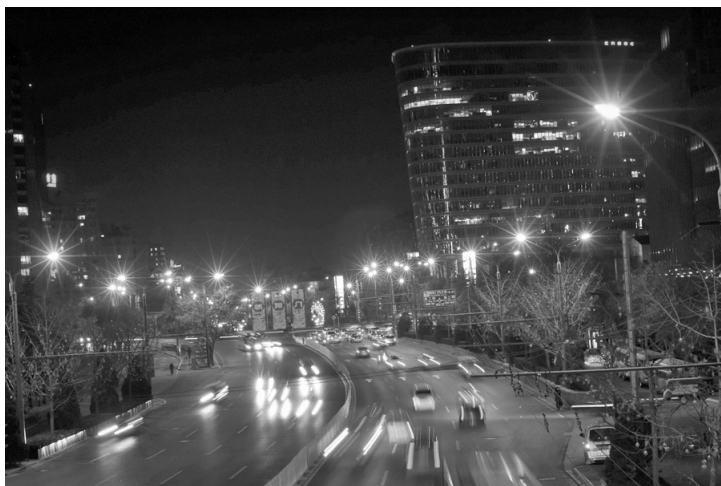


Рис. 5.12. Эффект расходящихся лучей вокруг источников света на фотографии

Mental ray позволяет имитировать эти эффекты с помощью шейдера **Glare**. Его можно включить в диалоговом окне настроек рендера. По

умолчанию этот шейдер уже назначен в эффектах камеры, но не активирован. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Визуализация), в свитке **Camera Effects** (Эффекты камеры) напротив группы **Output** (Линзы) нажмите на чекбокс для активации шейдера, рис. 5.13.

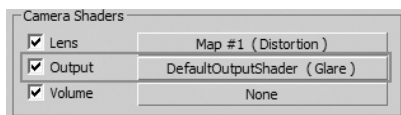


Рис. 5.13. Активация шейдера **Glare**

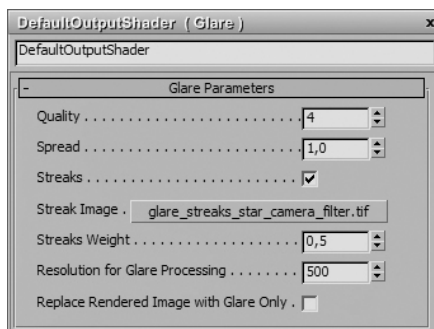


Рис. 5.14. Параметры шейдера **Glare**

Quality (Качество) – параметр отвечает за качество эффекта: чем выше значение, тем качественнее результат.

Spread (Распространение) – отвечает за распространение силы свечения. Также сила свечения напрямую зависит от размеров и мощности источника света или от мощности отраженного света на поверхности объекта.

Streaks (Лучи) – включение, отключение световых лучей.

Streak Image (Шаблон лучей) – слот для карты световых лучей. В этой карте содержится рисунок распространения, формы и количества лучей.

Streaks Weight (Степень влияния лучей) – отвечает за четкость лучей. Чем больше значение, тем лучи будут более четкими и заметными.

Resolution for Glare Processing (Разрешение для расчета лучей) – чем больше значение, тем более точным будет рисунок распространения лучей при большой площади свечения.



Рис. 5.15. Эффект световой ауры вокруг источников света: выключен (слева); включен (справа)



Рис. 5.16. Эффект световой ауры и расходящихся лучей вокруг источников света: значение **Streaks Weight** 0,5 (слева); 1,0 (справа)

Replace Rendered Image with Glare Only (Заменить готовое визуализированное изображение только эффектом) – если опция включена, после процесса рендеринга останется только изображение свечений на черном фоне. Это может быть полезно для дальнейшего использования картинки свечений в постобработке финального изображения.

Создание панорамы (шейдер **Wrap Around**)

В *mental ray* эффект «развертывания» картинка на 360° создается специальным шейдером линз камеры «*Wrap Around*». Его можно подключить в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Визуализация), в свитке **Camera Effects** (Эффекты камеры) напротив группы **Lens** (Линзы) нажмите на кнопку для выбора шейдера, как показано на рис. 5.18.

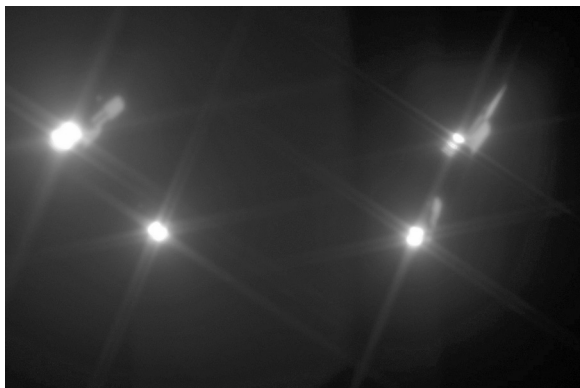


Рис. 5.17. Результат работы эффекта при включенной опции **Replace Rendered Image with Glare Only**

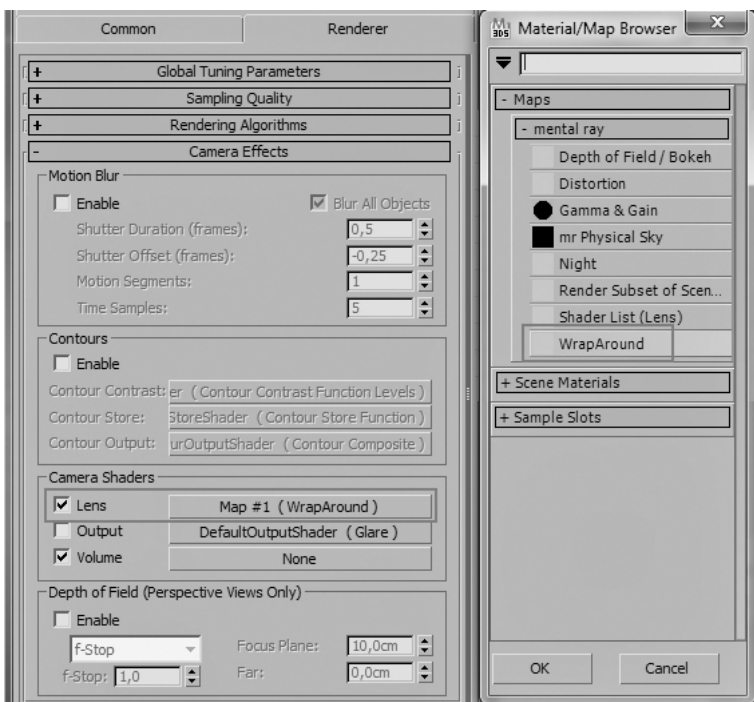


Рис. 5.18. Установка шейдера **Wrap Around**

Этот шейдер не имеет никаких параметров, но следует отметить, что для правильного построения 360-градусной панорамы необходимо выставить камеру параллельно оси X или Y , в противном случае при вращении панорамы будут искажения по оси Z . Помимо этого, необходимы пропорции изображения 2:1, например 2400 пикселей по ширине и 1200 пикселей по высоте. Для качественной панорамы следует установить высокое разрешение изображения, не ниже 4000×2000 пикселей.



Рис. 5.19. Пример изображения с применением линзового шейдера **Wrap Around**

После рендеринга изображение можно скомпилировать в панорамное изображение в приложениях для создания панорам, например *Pano2QTVR*.

Размытие в движении (Motion Blur)

Еще один эффект, который свойствен фото и видеокамерам, – это размытие в движении. Оно получается в результате быстрого изменения позиции объекта или объектива за время, которое открыта диафрагма (например, одна сотая секунды). В течение этого времени матрица фотоаппарата или видеокамеры фиксирует свет на себе. Если объект находится в движении и успевает за такой короткий промежуток времени изменить свою позицию, то это приводит к его смазыванию на снимке. Или же наоборот, если цель камеры движет-

ся по той же траектории и с той же скоростью, то все окружение станет размытым, рис. 5.20.



Рис. 5.20. Эффект размытия в движении.
На фотографии целью камеры является спортсмен,
который очень быстро движется

Общие настройки размытия в движении активируются в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderder** (Визуализация) в свитке **Camera Effects** (Эффекты камеры) в группе **Motion Blur** (Размытие в движении), рис. 5.21.

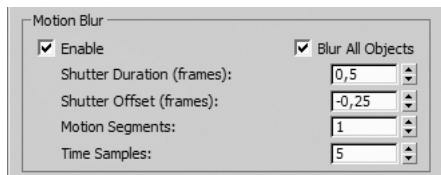


Рис. 5.21. Параметры эффекта
размытия в движении



Внимание: эффект **Motion Blur** в *mental ray* не рекомендуется использовать с системами частиц, так как это может значительно увеличить время рендеринга. Применяйте эффект размытия для частиц «Particle MBlur map».

Enabled (Включен) – позволяет включить или отключить эффект.
Blur All Objects (Размывать все объекты) – применяет эффект размытия в движении ко всем объектам в сцене, несмотря на их индивидуальные настройки.

Shutter Duration (frames) (Степень размытия движущихся объектов) – значение этого показателя имитирует выдержку диафрагмы, однако устанавливается не в секундах, а в кадрах и условно обозначает, на протяжении скольких кадров диафрагма будет считаться открытой.

Shutter Offset (frames) (Сдвиг начала периода открытия диафрагмы) – отрицательные значения используются для того, чтобы получить эффект размытия уже на первом кадре просчета (как будто объект уже двигался, перед тем как попал в первый кадр).

Motion Segments (Сегменты размытия) – количество сегментов, из которых будет состоять размытый след от объекта. Чем больше количество сегментов, тем более реалистичное размытие получится при просчете, но возрастет время самого просчета. Увеличение количества сегментов имеет смысл при сложных и круговых траекториях движения.

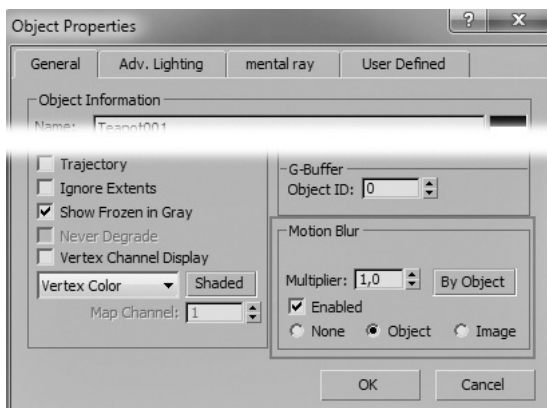


Рис. 5.22. Фрагмент диалогового окна **Object Properties** и параметры эффекта размытия в движении для выбранного объекта (или выбранной группы объектов)

Time Samples (Количество проходов просчета размываемого объекта) – чем больше количество сэмплов, тем большее количество раз объект просчитывается перед своим размывтием. Большее количество сэмплов имеет смысл при размывтии очень быстро изменяющихся объектов и материалов (например, постоянно меняется цвет или форма).

Также у каждого объекта в окне его свойств есть чекбокс, позволяющий включить или отключить этот эффект индивидуально для выбранного объекта. Эффект размывтия в движении можно включать для источников света и камер. В этом случае во время своего движения они сами будут источниками размывтия.

Шейдер HDR Image Motion Blur

Шейдер размывтия в движении HDR предназначен для «быстрого», то есть упрощенного, расчета размывтия движущихся объектов в сцене.

Для использования этого алгоритма необходимо подключить шейдер «HDR Image Motion Blur». Это можно сделать в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Renderer** (Визуализация), в свитке **Camera Effects** (Эффекты камеры) напротив группы **Output** (Вывод) нажмите на кнопку для выбора шейдера **HDR Image Motion Blur** в слот.

Shutter Duration (frames) (Степень размывтия движущихся объектов) – значение этого показателя имитирует выдержку диафрагмы,

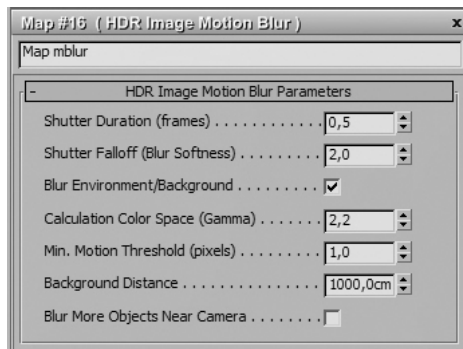


Рис. 5.23. Параметры шейдера HDR Image Motion Blur

однако устанавливается не в секундах, а в кадрах и условно обозначает, на протяжении скольких кадров диафрагма будет считаться открытой.

Shutter Falloff (Blur Softness) (Степень смягчения контуров размытого объекта) – если значение близко к нулю, то алгоритм размоет сам объект, однако его внешние контуры останутся четкими (такой эффект можно наблюдать при размытии ярких объектов и точечных источников света. Например, на ночных автомобильных трассах, рис. 5.24. Чем выше значение, тем быстрее и более плавно контуры объекта будут более прозрачными. Это значение также компенсирует длину размытия *Shutter Duration*, немного уменьшая ее.

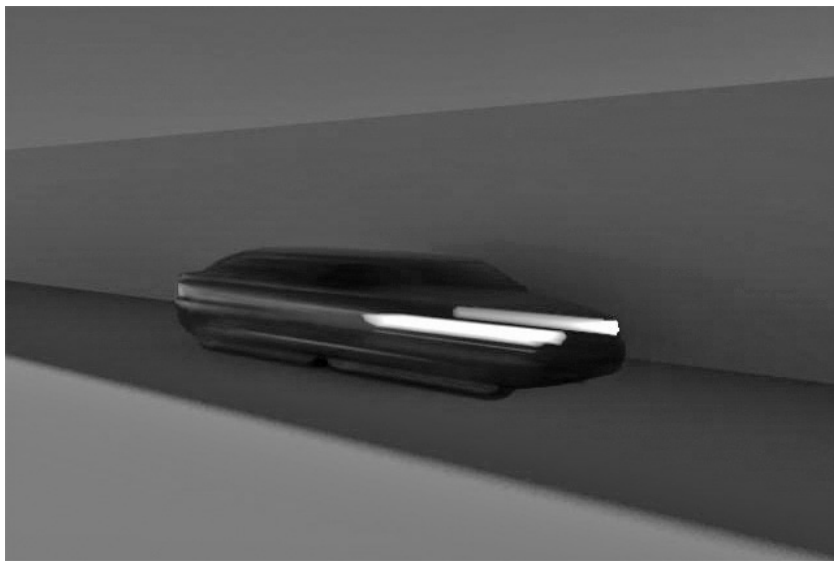


Рис. 5.24. Размытие фар автомобиля при малом значении параметра **Shutter Falloff** для более реалистичного результата при имитации длительной выдержки

Blur Environment/Background – включает или отключает размытие фоновой картинке окружения при движении камеры. Эта опция не даст эффекта при просчете в режиме **Scanline**.

Calculation Color Space (Gamma) (Коэффициент гаммы) – значение коэффициента цветовой гаммы, с которой производится рендеринг. Необходимость установки гаммы вызвана тем, что, в отличие от

классического алгоритма размытия в движении, алгоритм карт скоростей работает с уже просчитанным изображением, которое имеет определенный показатель гаммы. Поэтому важно указать идентичный показатель и для шейдера, чтобы получить размытие с такой же цветовой гаммой.

Min. Motion Threshold (pixels) (Минимальная величина сдвига объекта) – указывает минимальную величину сдвига объекта в пикселях, после которой к нему начнет применяться эффект размытия. Если значение равно нулю, то все объекты в сцене, которые имеют даже самое маленькое движение, будут немного размыты. При высоких значениях этого параметра размываться будут только очень быстро двигающиеся объекты.

Background Distance (Дистанция до фоновой карты окружения) – это значение влияет на вычисление степени размытия фонового изображения. Рекомендуется устанавливать дистанцию по максимальным размерам сцены.

Blur More Objects Near Camera (Степень размытия объектов вблизи камеры) – опция устанавливает более сильную степень размытия для объектов переднего плана. Это может быть полезно в случае чрезмерного перекрытия объектом переднего плана объектов дальнего. В этом случае размытый передний объект может заслонить дальние. Чтобы сделать эффект более реалистичным и иметь возможность видеть остальную сцену, рекомендуется включить эту опцию. В этом случае передний объект будет полупрозрачным.

В *mental ray* есть еще один способ имитации размытия в движении. Он основан на генерации пиксельной карты скоростей и применении ее после процесса просчета.

Пиксельная карта скоростей (Velocity map)

Velocity map – специальная двухмерная цветная карта, которая генерируется одновременно с изображением. В отличие от изображения, где компоненты RGB кодируют цвет пикселей, в карте скоростей компоненты RGB кодируют вектор движения трехмерного объекта, которому принадлежит этот пиксель.

Этот метод обладает рядом преимуществ:

- отсутствие шума и артефактов;
- быстрота просчета;
- независимость скорости создания эффекта от сложности сцены, материалов и настроек рендера.

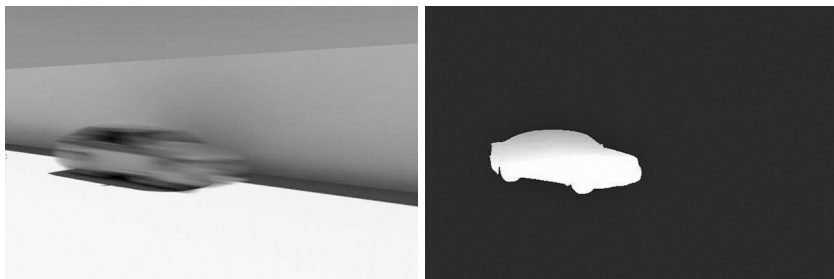


Рис. 5.25. Иллюстрация размытия в движении (слева) и карта скоростей, в которой закодированы векторы движения автомобиля (справа)

Однако есть и недостатки:

- генерация только прямолинейного размытия (не подходит для вращающихся объектов и быстрых объектов со сложными траекториями движения);
- невозможность учета плановости (например, если движется прозрачный объект на переднем плане, то все неподвижные объекты за ним будут размыты так же, как и он сам);
- невозможность размытия теней и отражений от объектов, рис. 5.26.



Рис. 5.26. Невозможность с помощью карты скоростей размыть тени и отражения

Рендеринг по слоям-элементам (Render Elements)

В процессе рендеринга изображения mental ray использует разные алгоритмы, рассчитывая по отдельности отражения, тени, диффузный цвет, преломления, глобальное освещение и т. д. В результате получается большое количество промежуточных данных. Обычно все эти результаты рендерер использует для своих целей и пользователь их не видит – он получает лишь финальное изображение.

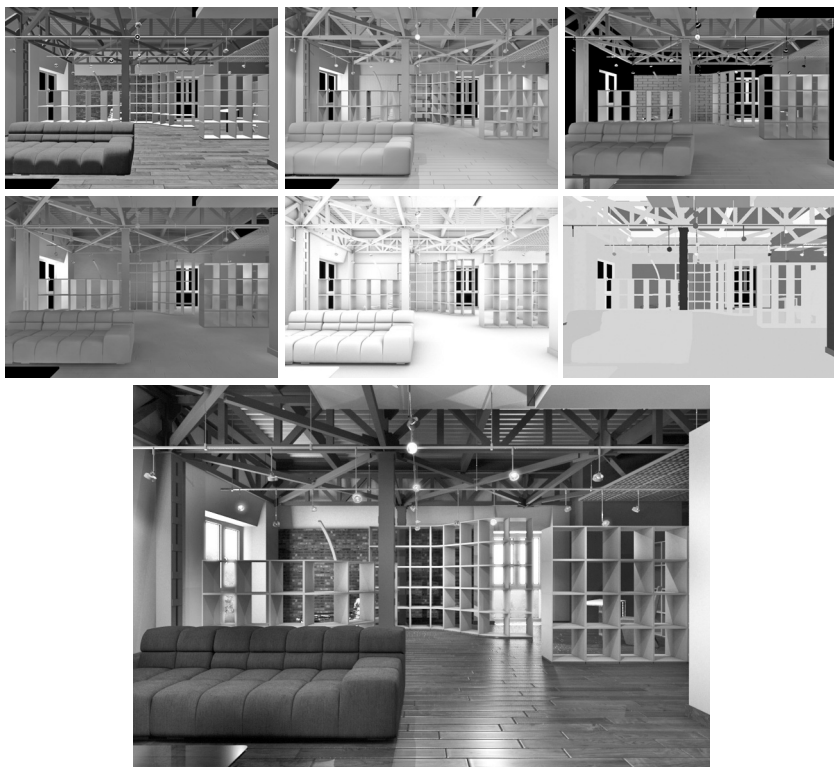


Рис. 5.27. Из различных составляющих, которые получают в процессе просчета, формируется итоговое изображение

Однако можно указать *mental ray*, чтобы он генерировал вместе с финальным изображением необходимые нам промежуточные результаты, дополнительные данные в виде специальных слоев-элементов, которые называются **Render Elements**. Используя эти слои в графическом редакторе, например Adobe PhotoShop, можно быстро, аккуратно и точно корректировать и выполнять самую разную пост-обработку отдельного изображения или даже анимации.



Рис. 5.28. Пример использования слоев-элементов для получения различных эффектов и обработки финального изображения

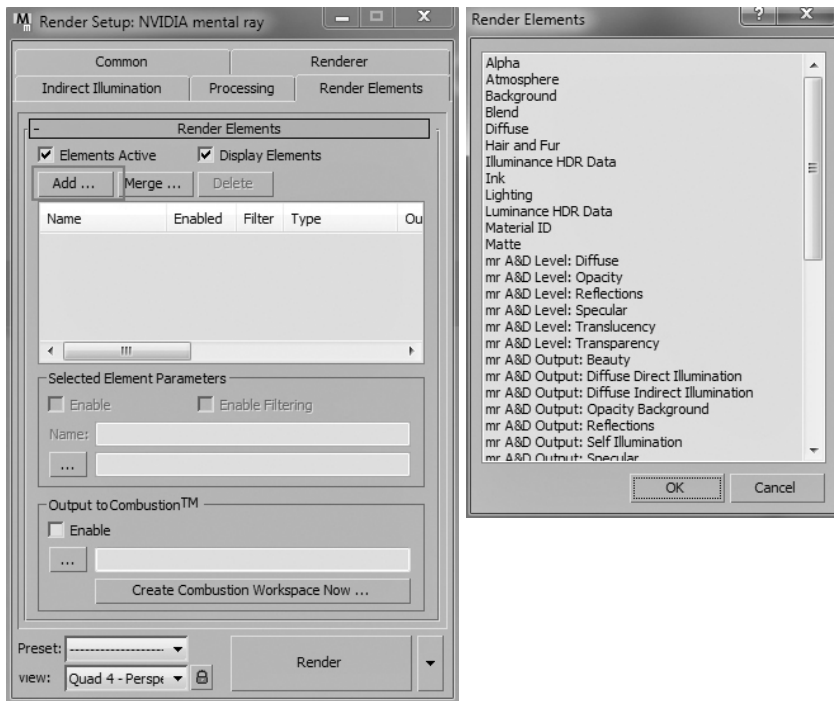
Добавить необходимые дополнительные слои-элементы можно в диалоговом окне настроек рендера. Выберите из меню команду **Rendering** ⇒ **Rendering setup** (Визуализация ⇒ Настройка визуализации) или нажмите **F10**. В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Render Elements** (Рендеринг по слоям). Чекбокс **Elements Active** (Активировать элементы) включает и отключает использование слоев. Кнопка **Add** (Добавить) позволяет добавить нужный слой-элемент из обширного списка.

В списке возможных дополнительных элементов есть универсальные и специфические элементы *mental ray* «*mr A&D*», рис. 5.29.



Важно: из названия специальных элементов *mental ray* можно догадаться, что они генерируются только для тех объектов, к которым применены материалы «*Arch & Design*».

Все элементы «*mr A&D*» разделены на три группы: «*Level*», «*Raw*» и «*Output*». Группа «*Level*» генерирует карты с адаптированным динамическим диапазоном яркостей и освещения сцены. Группа «*Raw*» генерирует слои с высоким динамическим диапазоном (HDR) и без какой-либо его коррекции. Такие слои могут быть сохранены в формате TIF, HDR и OpenEXR для последующей глубокой и значи-

Рис. 5.29. Диалоговое окно выбора **Render Elements**

тельной коррекции изображения или выявления деталей изображения, которые остались не видны на итоговом, «сыром» изображении. Группа «Output» генерирует слои, которые представляют собой уже скомбинированный результат карт «Raw» и «Level», аналогично финальному изображению.

Таким образом, слои «Raw» и «Level» имеют некоторую избыточность информации. Если вы хотите использовать слой-элемент как маску для последующего наложения необходимых корректировок по нему, то используйте тип слоев-элементов «Output». Если хотите осуществить более глубокую и точную постобработку какой-либо части изображения, то используйте слои-элементы группы «Level». Если вы хотите получить полный контроль над динамическим диапазоном какой-либо части изображения, используйте слои-элементы группы «Raw».



Важно: чтобы получить правильные слои-элементы с высоким динамическим диапазоном, установите глубину буфера кадров


32 бита (32 bits per channel). Это позволит генерировать карты группы «Raw» в диапазоне от 0.0 до 1.0 с высокой степенью точности и сохранять в OpenEXR-формат.

В табл. 5.1 рассмотрим самые основные и важные слои-элементы, которые наиболее часто используются в последующей постобработке.

Таблица 5.1. Наиболее часто используемые слои-элементы

<p>Alpha (Альфа-канал)</p> 	<p>Слой-элемент канала прозрачности, в котором вся геометрия – это белый цвет, а весь фон – черный. Используется для последующей замены или коррекции фонового изображения</p>
<p>Background (Фоновое изображение)</p> 	<p>Слой-элемент фонового изображения. Позволяет осуществить последующую корректировку фонового изображения независимо от основного изображения</p>
<p>Z Depth (Карта глубины)</p> 	<p>Слой-элемент, в котором отражается информация о расстоянии точки объекта до камеры. Используется для последующей имитации эффектов, связанных с расстоянием (туман, дымка, глубина резкости)</p>
<p>Object ID (Идентификаторы объектов)</p> 	<p>Слой-элемент, который генерирует цветные маски по идентификаторам объектов. Позволяет выполнять последующие операции по коррекции только для определенных конкретных объектов</p>
<p>mr A&D Raw Ambient Occlusion</p> 	<p>Слой-элемент генерирует изображение, просчитанное только с применением «Ambient Occlusion». Используется для последующей корректировки и уточнения светотеневой составляющей финального изображения</p>

Таблица 5.1. Наиболее часто используемые слои-элементы (окончание)

<p>mr A&D Level Reflections</p> 	<p>Слой-элемент генерирует распределение отражений объектов. Используется для последующей корректировки или замены отражений</p>
---	--

Помимо описанных выше слоев-элементов, существуют и другие, их более 40, и каждый из них предназначен для конкретных операций. Например, можно вручную установить интенсивность глобального освещения или отражений в сцене.

Комбинация слоев-элементов рендеринга mental ray

При просчете итогового изображения mental ray комбинирует элементы по следующей формуле:

$$Final = LD \times (RDDI + (RDII \times RAO)) + LS \times RS + LR \times RR + LT \times RT + LT \times RT + SI$$

LD – Level Diffuse

RDDI – Raw Diffuse Direct Illumination

RDII – Raw Diffuse Indirect Illumination

RAO – Raw Ambient Occlusion

LS – Level Specular

RS – Raw Specular

LR – Level Reflections

RR – Raw Reflections

LT – Level Transparency

RT – Raw Transparency

LT – Level Translucency

RT – Raw Translucency

SI – Self Illumination

Все слои-элементы типа *mr A&D* имеют одинаковые параметры:

Multiplier (Множитель) – этот счетчик масштабирует яркость изображения на выводе.

Apply Shadows (С тенями) – при включении данной опции изображения на выводе имеют тени от объектов.

Вы можете самостоятельно скомбинировать слой-элементы по описанной выше формуле. Например, в Adobe Photoshop вы можете вручную настроить интенсивность прямого и отраженного света; установить степень отражения объектов в сцене или даже убрать отражение с некоторых объектов, а также прodelывать многие другие манипуляции с изображением.

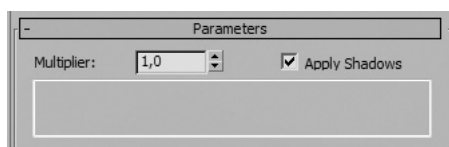


Рис. 5.30. Дополнительные параметры **Render Elements** типа mr A&D



Заключение

Если вы прочитали всю книгу и разобрались со всем материалом, изложенным в ней, то секретов рендеринга в 3ds Max и mental ray для вас осталось немного. Надеюсь, что данная книга сможет еще очень много раз помочь вам в освоении mental ray. Чтобы наиболее эффективно использовать материал, содержащийся в ней, нужно как можно больше экспериментировать, пробовать различные ситуации, сцены. Дать вам такую возможность осознанных экспериментов было целью этой книги. Книга поможет вам создавать реалистичные материалы, настраивать фотографическую экспозицию, оптимизировать время расчета освещения, как прямого, так и отраженного. Эффективно использовать ресурсы вашего компьютера практически для любого уровня сложности и наполнения объектами сцены. В процессе экспериментов и изучения тонкости работы с mental ray вы наверняка выработаете собственные методики и приемы работы. Совершенно точно они будут лучшими для вас и станут вашими профессиональными секретами, если вы того пожелаете. Если вы работали с V-ray, но у вас было желание освоить другой рендерер и вы это сделали, то мои старания и старания моих коллег были потрачены не зря.

С уважением, Андрей Плаксин.

Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «АЛЬЯНС БУКС» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: 123242, Москва, а/я 20 или по электронному адресу: orders@alians-kniga.ru.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя. Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: www.alians-kniga.ru.

Оптовые закупки: тел. (499) 725-54-09, 725-50-27; электронный адрес books@alians-kniga.ru.

Плаксин Андрей Анатольевич
Лобанов Алексей Вячеславович

Mental ray/iray.

Мастерство визуализации в Autodesk 3ds Max

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
dm@dmk-press.ru

Корректор *Синяева Г. И.*

Верстка *Чаннова А. А.*

Дизайн обложки *Плаксин А.А.*

Подписано в печать 23.04.2012. Формат 60×90 1/16.

Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 16,125. Тираж 200 экз.

Веб-сайт издательства: www.dmk-press.ru

Плаксин Андрей

Лобанов Алексей

Книга посвящена архитектурной визуализации в Autodesk 3ds Max и программе рендеринга mental ray.

Вкратце описана теория света, подробно описаны фотометрические источники света и система дневного освещения, настройка экспозиции. Уделено внимание функции Arch & Design материала, его физическим свойствам с большим количеством иллюстраций и примеров; приведена конвертация материалов из одного типа в другой (v-ray в материалы mental ray и др.).

Книга поможет максимально быстро и эффективно воссоздать фотореалистичную 3D-визуализацию будущего проекта интерьера или здания.

Издание предназначено для всех любителей трехмерной графики, работающих в системе Autodesk 3ds Max, а также будет полезна профессионалам 3D-индустрии, активно использующих mental ray в своей работе.



Категория: Трехмерная графика и визуализация
Предмет: 3ds Max, 3ds Max Design, mental ray, iray
Уровень: Средний - Выше среднего

SCIONIK.RU
visualization & design

AC Сообщество пользователей Autodesk

ISBN 978-5-94074-645-4



9 785940 746454 >

mental ray / iray
Мастерство визуализации в Autodesk 3ds Max



Internet-магазин: www.dmk-press.ru

Оптовая продажа: "Альянс-книга". Тел. (499)725-5409. books@aliants-kniga.ru