

УДК 624.01, 004.9
ББК 30.4с515
Ч56

Чехлов Д. А.

Ч56 V-Ray для Autodesk Maya. Руководство по визуализации. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 808 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-870-8

В этом руководстве подробно описывается работа в системе визуализации V-Ray for Maya. Затрагиваются такие темы, как настройка ядра системы визуализации, создание материалов, установка освещения и камер. Приведены практические примеры и продемонстрированы современные технологии, используемые в процессе визуализации синтетических изображений. Профессиональные пользователи смогут ознакомиться с форматом данных V-Ray и процессом экспорта сцены из Maya в V-Ray Standalone, а также разобраться с ручным развертыванием V-Ray.

Издание адресовано в первую очередь специалистам в области разработки материалов, освещения и финальной визуализации. CG-художники и технические специалисты могут использовать книгу как справочное руководство. Пригодится она и начинающим пользователям Autodesk Maya и V-Ray for Maya, которые хотят разобраться в возможностях V-Ray и функциях, специфичных для этой системы визуализации.

УДК 624.01, 004.9
ББК 30.4с515

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.

ISBN 978-5-97060-870-8

© Чехлов Д. А., 2020
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2020

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 11 |
| От автора | 11 |
| Благодарности..... | 12 |
| О чем эта книга..... | 12 |
| Кому адресована эта книга | 13 |
| Требования к оборудованию | 14 |
| Требования к программному обеспечению | 15 |
| Форумы, посвященные Autodesk Maya и V-Ray | 16 |
| Как читать книгу..... | 16 |
| Отзывы и пожелания..... | 18 |
| Список опечаток | 18 |
| Скачивание исходного кода..... | 18 |
| Нарушение авторских прав..... | 19 |
| Краткое введение в компьютерную графику | 19 |
| Основы компьютерной графики и визуализации | 20 |
| Системы визуализации | 26 |
| История V-Ray и его реализации в 3D-приложениях | 32 |
| Новые возможности V-Ray Next Update 1 | 33 |
| Глава 1. Свет и цвет в компьютерной графике | 34 |
| 1.1. Зрительная система человека | 34 |
| 1.2. Цветовые пространства | 37 |
| Трехцветные значения..... | 38 |
| Значения X, Y и Z..... | 40 |
| Стандартный наблюдатель CIE..... | 40 |
| Функции согласования цвета..... | 41 |
| 1.3. Вычисление XYZ из спектральных данных..... | 42 |
| Эмиссионный случай | 42 |
| Случаи с отражениями и преломлениями..... | 42 |
| 1.4. Хроматическая диаграмма CIE xy и цветовое пространство CIE xyY | 42 |
| 1.5. Смешивание цветов, указанных в диаграмме цветности CIE xy | 45 |
| 1.6. Определение цветового пространства CIE XYZ..... | 46 |
| Закон Грассмана | 47 |
| Построение цветового пространства CIE XYZ из данных Райта–Гилда | 48 |
| 1.7. Трансформация пространства XYZ в RGB..... | 50 |
| 1.8. Общий взгляд на цветовое пространство ACES | 50 |
| 1.9. Понятие цветовой модели и пространства RGB..... | 51 |
| Понятие аддитивных цветов | 52 |
| 1.10. Краткая история развития цветовой модели RGB | 53 |

| | |
|---|-----|
| 1.11. Управление цветом в операционных системах..... | 55 |
| Управление цветом в Microsoft Windows..... | 56 |
| Управление цветом в Apple macOS | 67 |
| Управление цветом в CentOS Linux | 72 |
| 1.12. Управление цветом в приложениях компьютерной графики..... | 76 |
| Глубина цвета..... | 77 |
| 1.13. Система управления цветом в Autodesk Maya | 80 |
| Начало работы с MCMS | 82 |
| Конфигурация и глобальные настройки MCMS | 86 |
| 1.14. Управление цветом в V-Ray for Maya | 100 |
| Коррекция цвета и тона в V-Ray for Maya..... | 102 |
| Трансформация цвета в V-Ray Frame Buffer..... | 105 |
| 1.15. Управление цветом в DaVinci Resolve | 107 |
| Цветовое пространство и трансформации цвета..... | 108 |
| Конфигурация LUT в DaVinci Resolve..... | 111 |
| Примеры конфигурации системы управления цветом в DaVinci Resolve | 116 |
| Анализ изображения с помощью инструментов Scopes | 121 |
| 1.16. Управление цветом в NUKE | 125 |
| 1.17. Управление цветом в Adobe Photoshop CC | 131 |
| Работа с Proof Colors..... | 137 |
| 1.18. OpenColorIO и Photoshop..... | 140 |
| 1.19. Применение калибровочных цветовых шкал..... | 147 |

Глава 2. Инструменты визуализации Maya..... 151

| | |
|--|-----|
| 2.1. Выбор набора меню Rendering..... | 151 |
| 2.2. Глобальные параметры Maya | 154 |
| 2.3. Диалоговое окно Render Settings | 156 |
| Меню диалогового окна Render Settings..... | 156 |
| Вкладка Common | 158 |
| Свиток Image File Output..... | 158 |
| Свиток Translator | 165 |
| Свиток Animation | 166 |
| Свиток Baking Engine Settings..... | 167 |
| Свитки Renderable Cameras и Resolution | 174 |
| Свиток Render View | 177 |
| Свиток Scene Assembly | 179 |
| Свиток MEL/Python callbacks | 180 |
| 2.4. Редактор материалов Hypershade | 181 |
| 2.5. Редактор Connection Editor..... | 187 |
| 2.6. Редактор Node Editor..... | 189 |
| 2.7. Окно Render View..... | 192 |
| 2.8. Редактор Color Chooser | 195 |
| 2.9. Редактор Rendering Flags | 196 |
| 2.10. Система Render Setup..... | 197 |
| 2.11. Рабочие процессы в визуализации..... | 201 |

| | |
|--|-----|
| Глава 3. Знакомство с V-Ray for Maya | 204 |
| 3.1. Реализация V-Ray for Maya | 204 |
| 3.2. Введение в V-Ray Standalone | 209 |
| 3.3. Специальные автономные утилиты V-Ray | 212 |
| Утилита V-Ray Denoiser | 214 |
| Утилита VRImage to EXR converter | 216 |
| Утилита Irradiance Map Viewer | 218 |
| Утилита Lens Analysis Tool | 219 |
| Печать и съемка калибровочной сетки | 222 |
| Объективы с фиксированным и переменным фокусным расстоянием | 224 |
| Выполнение анализа фотографий с калибровочной сеткой | 226 |
| Анализ фотоснимков вручную | 228 |
| Изменение данных профиля объектива | 230 |
| Утилита Test Correction | 231 |
| Утилита произвольных коррекций/искажений изображений | 231 |
| Профиль Full Zoom Lens | 233 |
| Ограничения утилиты Correction/Distortion Utility | 234 |
| Применение профиля к V-Ray Physical Camera в Maya | 234 |
| Утилита Lens Effects Filter Generator | 237 |
| Утилита Image to tiled multiresolution EXR converter | 238 |
| Утилита конвертации геометрии в V-Ray Proxy | 242 |
| Утилита V-Ray Mesh Viewer | 247 |
| 3.4. Рабочий процесс с V-Ray for Maya и V-Ray Frame Buffer | 250 |
| V-Ray Frame Buffer | 252 |
| Основная панель инструментов | 253 |
| Панель быстрого доступа к параметрам | 256 |
| Создание штампов с информацией | 260 |
| Применение оптических эффектов | 262 |
| Применение коррекции цвета и управление цветовыми пространствами | 267 |
| Применение цветовых пространств и систем управления цветом | 274 |
| Глава 4. Геометрия, выборка и качество изображений | 280 |
| 4.1. Поддерживаемые V-Ray типы геометрии | 280 |
| 4.2. Расширенные свойства V-Ray для узла transform | 287 |
| 4.3. Расширенные свойства и тесселяция полигональной геометрии в V-Ray | 289 |
| Расширенные атрибуты Subdivision | 289 |
| Расширенные атрибуты Subdivision and Displacement Quality | 291 |
| Расширенные атрибуты Displacement Control | 293 |
| Расширенные атрибуты OpenSubdiv | 300 |
| 4.4. Создание закругленных углов на этапе визуализации | 304 |
| 4.5. Создание идентификатора Object ID | 306 |
| 4.6. Создание пользовательских атрибутов | 307 |
| Пример использования пользовательских атрибутов | 308 |
| 4.7. Использование Local Ray Server | 309 |

| | |
|--|-----|
| 4.8. Использование радиуса спада тумана (Fog Fade Out Radius)..... | 310 |
| Пример использования Fog Fade Out Radius | 311 |
| 4.9. Переопределение свойств объекта с помощью узла VRayObjectProperties | 312 |
| 4.10. Создание и загрузка объектов V-Ray Proxu и моделей V-Ray Scene | 318 |
| Формат файла .vrmesh | 319 |
| Поддержка формата Alembic | 319 |
| Подготовка и экспорт геометрии в формат V-Ray Mesh | 320 |
| Импорт геометрии в формате V-Ray Proxu в сцену | 323 |
| Редактирование атрибутов узла VRayMesh | 324 |
| Свиток Basic Parameters | 325 |
| Свиток Alembic Layers | 327 |
| Свиток Animation Parameters..... | 327 |
| Свиток Alembic Proxy Paramaters | 329 |
| Свиток Point Cloud..... | 330 |
| Свиток Material assignment overrides | 330 |
| Свиток VRayMesh File Info..... | 331 |
| 4.11. Работа с форматом V-Ray Scene и инструментом V-Ray Scene Manager..... | 332 |
| Для чего необходимо использовать V-Ray Scene? | 332 |
| Экспорт сцены в формат V-Ray Scene и импорт с помощью V-Ray Scene Manager | 334 |
| Импорт материалов из файлов в формате V-Ray Scene | 335 |
| Визуализация с помощью V-Ray Standalone | 336 |
| Конвертирование в объекты V-Ray Proxu..... | 336 |
| Редактор V-Ray Scene Manager..... | 337 |
| Атрибуты узла VRayScene | 338 |
| Применение Maya MASH совместно с V-Ray Proxu и V-Ray Scene | 342 |
| 4.12. Объект VRayPlane | 347 |
| 4.13. Объект VRayClipper | 348 |
| 4.14. Визуализация кривых в V-Ray for Maya..... | 351 |
| 4.15. Визуализация NURBS в V-Ray for Maya..... | 353 |
| 4.16. Сглаживание и выборка изображения | 353 |
| Что такое сглаживание изображения (Anti-aliasing)? | 354 |
| Свиток Image Sampler..... | 356 |
| Конфигурация V-Ray Progressive Engine | 363 |
| Конфигурация V-Ray Bucket Sampler..... | 365 |
| Настройка DMC Sampler | 369 |
| Причины появления DMC Sampler | 370 |
| Определение значений для DMC Sampler..... | 371 |
| 4.17. Оптимизация работы ядра системы визуализации..... | 371 |
| Настройки Raycaster | 372 |
| Использование возможностей библиотеки Intel Embree | 374 |
| Расширенные настройки работы ядра V-Ray | 375 |
| Функция отслеживания использования памяти | 377 |
| Переопределение параметров визуализации | 378 |
| 4.18. Визуализация с помощью V-Ray GPU..... | 381 |

| | |
|---|-----|
| Распределение ресурсов системы для вычислений | 383 |
| Настройка V-Ray GPU | 386 |
| 4.19. Анализ сцены с помощью элемента V-Ray Sample Rate | 393 |

Глава 5. Шейдеры V-Ray for Maya

| | |
|---|-----|
| 5.1. Материаловедение | 396 |
| Примеры с неорганическими материалами | 397 |
| Примеры с органическими материалами | 399 |
| 5.2. Шейдеры материалов V-Ray | 400 |
| Специальные атрибуты для шейдеров материалов и текстур | 400 |
| Шейдер VRayBlendMtl | 406 |
| Шейдер VRayMtl2Sided | 410 |
| Шейдер VRaySwitchMtl | 413 |
| Шейдер VRayBumpMtl | 414 |
| Шейдер VRayMtl | 417 |
| Шейдер VRayLightMtl | 443 |
| Шейдер VRayCarPaintMtl | 447 |
| Шейдер VRayFastSSS2 | 459 |
| Шейдер VRaySkinMtl | 471 |
| Шейдер VRayAlSurface | 472 |
| Шейдер VRayMtlWrapper | 476 |
| Шейдер VRayMeshMaterial | 478 |
| Шейдер VRayMtlHair3 | 481 |
| 5.3. Шейдеры текстурных карт V-Ray | 485 |
| Узел определения растровой текстурной карты File | 487 |
| Узел позиционирования двумерной текстуры place2dTexture | 493 |
| Шейдер Occlusion or Dirt Map VRayDirt | 497 |
| Шейдер Edges Map VRayEdgesTex | 500 |
| Шейдер Falloff Map VRayFalloff | 501 |
| Шейдер Fresnel Map VRayFresnel | 505 |
| Шейдер Layered Texture VRayLayeredTexture | 506 |
| Шейдер Multi Sub-Object Map VRayMultiSubTex | 510 |
| Шейдер Ray Switch Map VRayRaySwitch | 513 |
| Шейдер Triplanar Texture Mapping VRayTriplanar | 515 |
| Работа с текстурными картами в формате Ptex | 518 |

Глава 6. Камеры и освещение в V-Ray

| | |
|------------------------------------|-----|
| 6.1. Основы работы с камерой | 541 |
| Подробнее о правиле третьей | 545 |
| 6.2. Стандартные камеры Maya | 546 |
| Свиток Camera Attributes | 550 |
| Свиток Film Back | 554 |
| Свиток Environment | 560 |
| Свиток Special Effects | 562 |
| Свиток Orthographic Views | 563 |
| 6.3. Камеры V-Ray | 564 |

| | |
|--|------------|
| Добавление дополнительных атрибутов камеры V-Ray | 565 |
| Создание переопределений камеры в редакторе Render Settings | 565 |
| Атрибуты камеры V-Ray. Введение | 565 |
| Атрибуты камеры V-Ray. V-Ray Physical Camera | 567 |
| Моделирование эффекта глубины резкости и размытия движения | 579 |
| Атрибуты камеры V-Ray. Camera Settings | 585 |
| Атрибуты камеры V-Ray. Dome Camera | 587 |
| Глобальные атрибуты эффекта размытия движения | 588 |
| 6.4. Основы работы с освещением | 590 |
| 6.5. Источники света V-Ray | 595 |
| Источник света V-Ray Rectangle Light | 596 |
| Источник света V-Ray Dome light | 607 |
| Узел определения положения текстурной карты окружения VRayPlaceEnvTex | 613 |
| Моделирование освещения от солнца и небосвода | 614 |
| Реализация V-Ray Sun и V-Ray Sky в Maya | 616 |
| Шейдер процедурной текстурной карты окружения V-Ray Sky Texture | 624 |
| Узел изменения положения солнца VRayGeoSun | 624 |
| Источник света V-Ray Light Sphere | 626 |
| Источник света V-Ray Light Mesh | 628 |
| Источник света V-Ray IES Light | 629 |
| Просмотр IES профилей | 630 |
| Ключевые атрибуты источника света V-Ray IES Light | 631 |
| 6.6. Инструмент V-Ray Light Lister | 633 |
| 6.7. Глобальное освещение в V-Ray | 635 |
| Первичные и вторичные отражения | 635 |
| Подходы к формированию глобального освещения | 637 |
| Общий взгляд на методы GI | 639 |
| Параметры методов GI и их настройка | 643 |
| Параметры метода Brute Force GI | 643 |
| Параметры метода Irradiance Map | 644 |
| Параметры метода Light Cache | 655 |
| Моделирование эффекта каустики | 665 |
| Глава 7. Вывод изображения и композитинг | 671 |
| 7.1. Подготовка сцены к визуализации | 671 |
| Список элементов изображения | 674 |
| Атрибуты | 674 |
| 7.2. Формат OpenEXR и управление данными | 676 |
| Стандартные изображения и изображения с глубиной пикселей | 679 |
| Части, изображения, файлы типов Single-Part и Multi-Part | 680 |
| Заголовки и атрибуты | 680 |
| Пространство пикселя, окно отображения и окно данных | 680 |
| Каналы изображений и количество образцов | 682 |
| Ограничения на количество образцов | 683 |
| Проекция, координатная система камеры и область экрана | 683 |

| | |
|--|------------|
| Pixel Aspect Ratio..... | 683 |
| Scan Lines..... | 684 |
| Tiles..... | 684 |
| Уровни и режимы уровней..... | 685 |
| Значения уровней, размеры уровней и Rounding Mode..... | 686 |
| Координаты прямоугольных областей..... | 686 |
| Виды..... | 687 |
| Реализация OpenEXR в V-Ray и NUKE..... | 687 |
| Заголовок..... | 690 |
| Ограничения на значения атрибутов..... | 692 |
| Scan-Line-изображения..... | 692 |
| Прямоугольные области..... | 692 |
| Компрессия данных..... | 693 |
| Яркость/цветность изображений..... | 694 |
| Тип данных HALF..... | 695 |
| Рекомендации..... | 695 |
| Цвет, альфа-канал и композитинг flat-изображений..... | 698 |
| Теория OpenEXR Deep Samples..... | 699 |
| 7.3. V-Ray Render Elements и процесс композитинга..... | 708 |
| Подгруппы элементов изображений..... | 710 |
| Список поддерживаемых элементов изображения..... | 710 |
| Основные элементы и их атрибуты..... | 716 |
| Инструменты объединения элементов приложениях для композитинга..... | 717 |
| Базовые элементы изображения..... | 720 |
| Базовые элементы компонент изображения..... | 722 |
| Опорные элементы RAW в композитинге базовых элементов..... | 742 |
| Создание групп освещения с помощью элемента Light Select..... | 744 |
| Основные атрибуты элемента Light Select..... | 745 |
| Добавление источников света в связь с элементом Light Select..... | 747 |
| Общий процесс композитинга..... | 748 |
| Элементы для формирования и управления масками..... | 750 |
| Создание масок с помощью элемента Cryptomatte..... | 757 |
| Установка Cryptomatte plug-in's в NUKE и Fusion..... | 761 |
| Элемент изображения Cryptomatte в V-Ray for Maya..... | 763 |
| Элементы изображения Z-Depth и Velocity..... | 767 |
| Элемент Lighting Analysis. Анализ освещения в сцене..... | 772 |
| Элемент Denoiser. Удаление шума с изображения..... | 775 |
| Алгоритмы и методы устранения шума..... | 776 |
| Предлагаемые настройки визуализации..... | 780 |
| Очистка отдельных элементов изображения..... | 782 |
| Удаление шума в режиме IPR..... | 782 |
| | |
| Приложение А. Установка и развертывание V-Ray..... | 783 |
| А.1. Загрузка дистрибутива и подготовка к установке..... | 783 |
| А.2. Установка сервера лицензий Chaos Group..... | 787 |
| А.3. Установка V-Ray for Maya с помощью инсталлятора..... | 789 |

| | |
|--|------------|
| А.4. Установка V-Ray for Maya из ZIP-архива | 792 |
| Приложение Б. Конфигурация V-Ray | 799 |
| Б.1. Загрузка модуля расширения V-Ray for Maya | 799 |
| Б.2. Запуск V-Ray Standalone | 799 |
| Б.3. Запуск V-Ray Standalone Render Server | 800 |
| Приложение В. Экосистема V-Ray | 801 |
| Список литературы | 803 |

Введение

От автора

Идея написать вторую книгу, посвященную одной из самых интересных и динамично развивающихся областей в индустрии компьютерной графики, у меня появилась достаточно давно, еще в 2010 году. Но еще раньше, в 2007 году, я задумывался о том, чтобы взяться за написание книги, посвященной инструментам и технологиям визуализации. С опытом пришло осознание того, что и как нужно сделать, а также понимание того, что на рынке практически отсутствует целый пласт литературы, посвященной пакету Autodesk Maya, а также инструментам и техникам визуализации.

Системой визуализации V-Ray я пользуюсь на протяжении многих лет, и почему бы не рассказать о ее возможностях? Ведь достаточно часто пользователи обращаются с множеством вопросов о том, как использовать V-Ray, как связывать между собой шейдеры и многие другие возможности и инструменты системы визуализации. Это и послужило толчком к началу работы над новой книгой, целиком посвященной визуализации в пакете Autodesk Maya и системе визуализации V-Ray for Maya.

Я родился и живу в городе Екатеринбурге, столице Урала, практически на границе Европы и Азии. В сфере компьютерной графики работаю на протяжении 19 лет. Свой путь мне довелось начать как простому CG-художнику (Computer Graphics), выполняя различные заказы и практикуясь. Благодаря этому удалось получить хороший опыт в различных областях компьютерной графики и дизайна. Но область визуализации, системной инженерии и технологий мне всегда нравилась больше, что и послужило желанием развиваться в данном направлении.

Осенью 2007 года был опубликован мой первый урок на страницах онлайн-журнала RENDER.RU, с этого момента, можно сказать, началась моя деятельность в качестве технического писателя и ИТ-журналиста. Сейчас основное направление моей деятельности – теория компьютерной графики и визуализации, теория и практика обработки изображений, разработка рабочих процессов. Под моим авторством издано и опубликовано множество статей и обзоров, посвященных теме технологий визуализации в CG.

На протяжении двух десятилетий собралась огромная коллекция материалов, посвященных методам и инструментам визуализации современных CG-изображений. Большинство из них вошло в идею написания книги, которую вы держите в своих руках, целиком посвященной техникам и инструментам визуализации.

Также я веду профильный блог под названием «dimson's Blog» – он посвящен общим вопросам CG и различным новостям из мира технологий. Доступен в сети интернет по адресу <http://dimson3d.blogspot.com/>.

На страницах онлайн-журнала RENDER.RU я веду свою авторскую колонку и блог для сообщества художников, целиком посвященный технологиям и возможностям современных инструментов визуализации. Доступен в сети интернет по адресу <https://render.ru/ru/dimson3d>.

БЛАГОДАРНОСТИ

За безграничную поддержку я хочу поблагодарить своих друзей и коллег, кто поддержал идею написания книги и помог реализовать задуманные планы.

За оказанную поддержку и помощь выражаю большую благодарность своим друзьям, а именно: главному редактору портала RENDER.RU Роману Цапику, Александру Кыштымову (Skif) за предоставленные им модели для создания иллюстраций в книге. Благодарю своего близкого друга и талантливого редактора Лидию Добрачеву, поддерживавшую в период работы над сложнейшими разделами книги. За помощь в создании иллюстраций книги и подготовленные образы благодарю Светлану Чубатову.

За возможность использования современных решений для компьютерной графики и визуализации, за поддержку и возможность «немного опережать время» выражаю благодарность представительству компании Autodesk в России и программе Autodesk Developer Network. За поддержку и посильную помощь хочется поблагодарить своих друзей и коллег из Autodesk Expert Elite: Андрея Плаксина и Елену Талхину.

За техническую поддержку и обеспечение необходимыми вычислительными ресурсами выражаю огромную благодарность Евгению Звереву и Роману Луценко из компании FORSITE. Также за поддержку и обеспечение необходимыми программными решениями благодарю представителей компании Chaos Group, а именно Джавида Иманова (Javid Imanov) и Александра Каракашева (Alexander Karakashev).

О ЧЕМ ЭТА КНИГА

Книга, которую вы держите в руках, посвящена системе визуализации V-Ray от компании Chaos Group и его реализации в виде интеграции V-Ray for Maya. С одной стороны, это подробный гид по основным атрибутам и параметрам системы визуализации, но также эта книга раскрывает основные принципы представления данных и работу основных алгоритмов, используемых в ядре системы визуализации V-Ray for Maya.

Книга представлена семью главами и тремя приложениями. Приведу краткое описание ключевых тем.

Глава 1 «Свет и цвет в компьютерной графике». Первая глава посвящена теории и инструментам управления цветом в приложениях компьютерной графики и пост-обработки. В данной главе подробно рассмотрены такие вопросы, как цветовые модели и пространства, системы управления цветом в ведущих приложениях компьютерной графики, преобразованию цветовых пространств из одного в другое и вывода изображения на дисплей.

Глава 2 «Инструменты визуализации Maya». Вторая глава посвящена непосредственно пакету Autodesk Maya и реализованным в его интерфейсе инструментам визуализации трехмерных сцен. Благодаря этой главе вы узнаете о реализации V-Ray for Maya и первичной настройке системы визуализации.

Глава 3 «Начало работы с V-Ray for Maya». Третья глава целиком посвящена началу работы с V-Ray for Maya. Здесь вы узнаете об основных элементах интерфейса, в которых реализован функционал V-Ray, о поставляемых в комплекте с V-Ray for Maya дополнительных инструментах и их назначении.

Глава 4 «Геометрия и выборка». В четвертой главе рассматриваются принципы работы с геометрией, методами выборки и качеством визуализируемого изображения; какие настройки использовать для повышения качества сглаживания и трассировки лучей; какие методы предоставляет V-Ray и когда их целесообразно применять.

Глава 5 «Шейдеры V-Ray». Пятая глава целиком посвящена работе с шейдерами материалов и текстур, поставляемых с V-Ray for Maya; основным моделям затенения и технологиям текстурирования объектов, реализованных в V-Ray for Maya.

Глава 6 «Камеры и освещение в V-Ray». В шестой главе детально описаны камеры и источники света, свойства источников света и методы глобального освещения, реализованные в V-Ray for Maya.

Глава 7 «Вывод изображений и композитинг». В седьмой главе описаны принципы вывода изображений и запись определенных данных. Подробно рассмотрен формат OpenEXR и приведены основные алгоритмы сведения элементов изображения на этапе композитинга с применением NUKE, а также дано несколько примеров во FUSION и Adobe After Effects.

Приложение А «Установка и развертывание V-Ray for Maya». Этот раздел целиком посвящен установке и развертыванию системы визуализации V-Ray for Maya; он будет полезен при переходе на новую версию программы и ядра визуализации, а также для развертывания на фермах визуализации с операционными системами Linux и Windows.

Приложение Б «Конфигурация V-Ray for Maya». Во втором приложении рассмотрены основные переменные среды, используемые для конфигурации системы визуализации V-Ray for Maya и V-Ray Standalone.

Приложение В «Экосистема V-Ray». Краткое описание экосистемы V-Ray, интеграции в различные 3D-пакеты и конвейер передачи данных между различными приложениями.

Все главы данной книги представляют отдельные области функциональности системы визуализации V-Ray for Maya – от настройки базовых параметров системы визуализации до моделирования глобального освещения в сцене и вывода многоканальных изображений. Опираясь на представленный в книге материал, вы можете выстраивать свои собственные рабочие процессы, наиболее выгодные для вашего стиля работы и проектов.

КОМУ АДРЕСОВАНА ЭТА КНИГА

Данная книга прежде всего адресована специалистам, работающим в области разработки материалов, освещения и финальной визуализации. Это издание

может быть применено как подробное справочное руководство для CG-художников и технических специалистов. Начинающие пользователи Autodesk Maya и V-Ray for Maya смогут лучше разобраться в возможностях V-Ray и специфичных для данной системы визуализации функциях.

ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ

Для работы с V-Ray for Maya рекомендуется использовать компьютеры со следующими минимальными требованиями. В качестве основы взяты требования для всего пакета в целом. Пакет Autodesk Maya 2018 поддерживает следующие 64-битные операционные системы и минимальные требования к оборудованию.

Операционная система:

- Windows® 7 Professional edition;
- Windows® 8.1 Professional edition;
- Windows® 10 Professional edition;
- Apple® mac OS® X 10.11.x, 10.12.x, 10.13.x, 10.14x¹;
- Red Hat® Enterprise Linux® 6.5 & 7.2 WS²;
- CentOS 6.5 & 7.2 Linux.

Для доступа к онлайн-документации и сервисам необходимы следующие веб-браузеры:

- Microsoft® Internet Explorer®;
- Apple® Safari®;
- Mozilla® Firefox®;
- Google Chrome™.

Центральный процессор (CPU): 64-бит многоядерный процессор от Intel или AMD с поддержкой набора инструкций SSE 4.2.

Рекомендуется процессор с четырьмя и более вычислительными ядрами. Процессоры от компании Intel (с помощью технологии Hyper-Threading (HT)) и процессоры компании AMD (на базе архитектуры Zen) могут обрабатывать два потока на каждом из физических ядер. Для этого следует обращать внимание на модель процессора и его маркировку; обычно количество ядер/потоков определяется значениями 2/4, 4/8, 6/12, 8/16, 10/20, 32/64 и т. д.

Оперативная память (RAM): минимум 8 Гб (рекомендуется 16 Гб и больше). Для работы с большими и комплексными сценами рекомендуется использовать 32 или 64 Гб+ оперативной памяти. Это также позволит комфортнее работать с несколькими одновременно запущенными программами или экземплярами Maya.

Жесткий диск (HDD): для установки пакета Autodesk Maya 2018 по умолчанию требуется 3 Гб свободного пространства на жестком диске.

¹ Если вы выполнили обновление до macOS 10.15, ознакомьтесь с информацией о переходе на версию macOS Catalina, доступную на странице Running previous versions of Maya on macOS Catalina: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/troubleshooting/caas/simplecontent/content/running-previous-versions-maya-macos-catalina.html>.

² Требуется лицензия multi-user, лицензия single-user не поддерживается.

Графический ускоритель (GPU): рекомендуется использовать GPU от компаний NVIDIA или AMD с 4 Гб графической памяти и выше.

Пакет Autodesk Maya 2018 поддерживает Multi-GPU конфигурации рабочих станций; таким образом, вы можете использовать несколько GPU, установленных в вашей системе. Это позволяет применять большие текстурные карты и выполнять интерактивную визуализацию в панелях видовых окон проекций с высокой скоростью.

Для обеспечения функций и поддержки ускорения вычислений с применением GPU в Maya и V-Ray GPU убедитесь, что ваш графический ускоритель поддерживает API NVIDIA CUDA (для GPU от NVIDIA) и Open CL (для GPU NVIDIA и AMD).

Манипулятор: трехкнопочная мышь.

Помимо мыши, в пакете Autodesk Maya можно смело использовать графический планшет, такой как Intuos от компании WACOM, а также специальный манипулятор SpacePilot от компании 3DConnection.

Запуск Maya в виртуализированном окружении на основе NVIDIA GRID и VMware. Вы можете запустить Maya в виртуальной среде с применением возможностей технологии NVIDIA GRID и VMware. Это позволяет запускать приложение на удаленной системе и выполнять работу с применением удаленных рабочих столов. Подробнее о запуске Maya в виртуализированной среде вы можете узнать из документа *Nvidia Guide for Virtualization with GRID & VMWare*, доступного по ссылке <http://images.nvidia.com/content/grid/pdf/maya/NVIDIA-GRID%20Application-Guide-Autodesk-Maya.pdf>.

Это минимальные требования к оборудованию, на котором может быть запущен пакет Autodesk Maya с V-Ray for Maya. По сути, чем производительнее будет CPU и другие компоненты системы, тем быстрее вы сможете выполнять работу над проектами. Не менее важным считается тот факт, что компания Autodesk выполняет сертификацию рабочих станций и графических ускорителей. Сертификация позволяет быстрее выбрать подходящую модель рабочей станции или графического ускорителя, а также найти драйверы, сертифицированные под текущую версию приложения.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

В данной книге рассматривается Autodesk Maya 2018 Update 6. Это программное обеспечение можно загрузить с официального сайта компании Autodesk с правом бесплатного использования в течение 30 дней (trial version): <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>.

Помимо этого, для студентов и преподавателей доступна возможность применения полноценной версии Autodesk Maya, доступной по академической лицензии. Программу можно загрузить со специального ресурса Autodesk Education Community: <https://www.autodesk.com/education/home>.

Академическая лицензия действует на протяжении трех лет с момента установки и активации программы. Стоит учесть, что данные лицензии не подразумевают коммерческое использование программы. Для применения Autodesk Maya в коммерческих проектах рекомендуется приобрести данное программное обеспечение у партнеров и дистрибьюторов компании.

Рекомендуется позаботиться об обновлениях программного обеспечения. Обновления доступны по следующему адресу: <https://manage.autodesk.com/>.

✔ В процессе написания книги все сцены были созданы на основе возможностей Autodesk Maya 2018 Update 6. Я рекомендую использовать текущую, доступную для загрузки версию Maya.

В этой книге рассматриваются V-Ray 3.6 for Maya и V-Ray Next, Update 1. Это программное обеспечение можно загрузить с официального сайта компании Chaos Group с правом бесплатного использования в течение 30 дней (trial version): <https://www.chaosgroup.com/vray/maya>.

Для студентов и преподавателей доступна возможность применения полноценной версии V-Ray for Maya, доступной по академической лицензии за минимальную плату. Центр ресурсов для образования Chaos Group доступен по ссылке <https://www.chaosgroup.com/resources>.

ФОРУМЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ AUTODESK MAYA И V-RAY

Если у вас появились вопросы по работе с пакетом Autodesk Maya и системой визуализации V-Ray for Maya, вы можете задать их на специализированных форумах, посвященных компьютерной графике и продуктам компании Autodesk. Специалисты, работающие с данными решениями, всегда постараются ответить на ваши вопросы и дать полезный совет.

Форум Autodesk Community Russia, посвященный Maya и 3ds Max: <https://forums.autodesk.com/t5/3ds-max-maya-russkiy/bd-p/379>.

Форум Chaos Group, посвященный системе визуализации V-Ray for Maya: <https://forums.chaosgroup.com/forum/v-ray-for-maya-forums>.

Форум онлайн-журнала RENDER.RU, посвященный Maya: <https://render.ru/xen/forums/maya.3/>.

Форум онлайн-журнала RENDER.RU, посвященный системе визуализации V-Ray: <https://render.ru/xen/forums/vray.22/>.

КАК ЧИТАТЬ КНИГУ

Данное издание в своей основе является руководством по визуализации в V-Ray for Maya. Так, примеры блоков декларации элементов сцены и спецификаций шейдеров в формате V-Ray Scene представлены в виде листинга:

```
GeomStaticMesh pPlaneShape1@mesh3 {
    vertices=ListVector(
        Vector(-2.5, -5.551115e-016, 2.5),
        Vector(2.5, -5.551115e-016, 2.5),
        Vector(-2.5, 5.551115e-016, -2.5),
        Vector(2.5, 5.551115e-016, -2.5)
    );
    faces=ListInt(0,1,3,0,3,2);
    normals=ListVector(
```

```

    Vector(0, 1, 2.220446e-016),
    Vector(0, 1, 2.220446e-016),
    Vector(0, 1, 2.220446e-016),
    Vector(0, 1, 2.220446e-016)
);
faceNormals=ListInt(0,1,2,0,2,3);
map_channels=List(
  List(
    0,
    ListVector(
      Vector(0, 0, 0),
      Vector(1, 0, 0),
      Vector(0, 1, 0),
      Vector(1, 1, 0),
      Vector(0, 0, 0)
    ),
    ListInt(0,1,3,0,3,2)
  )
);
map_channels_names=ListString(
"map1"
);
edge_visibility=ListInt(51);
primary_visibility=1;
dynamic_geometry=0;
first_poly_vertices=ListInt( );
}

```

Если используются сценарии на языках MEL, Python или выражения, они также представлены в виде листинга, но перед этим отдельно отмечено, что приведенный листинг представляет сценарий или выражение на языке MEL или Python.

Если атрибут указывается впервые, он будет отмечен **жирным** шрифтом. В ряде ссылок на конкретные атрибуты атрибут выделен *курсивом*. Если впервые указывается диалоговое окно редактора, в котором выполняется настройка шейдера, источника света, связей между узлами и другие настройки, его имя будет выделено *курсивом*.

Пути доступа к диалоговым окнам и другим функциям программы, реализуемым с помощью меню, представлены следующими записями, выполненными *курсивом*:

Menu ⇒ *Sub-Menu* ⇒ *Window* ⇒ *Rollout* ⇒ *Sub-Rollout*
Menu ⇒ *Sub-Menu* ⇒ *Window* ⇒ □




Пути к директориям или файлам и расширения файлов представлены записью в стиле UNIX-подобных систем с применением моношириного шрифта:

/home/<UserName>/maya/XXXX/prefs

Это сделано специально, так как пакет Autodesk Maya и система визуализации V-Ray используют принципы определения путей в файловой системе, реализованные в UNIX-подобных системах, а также конфигурация приложения может быть записана только с использованием косой черты. Данный принцип

записи путей в директориях реализован в операционных системах Apple macOS и семейства GNU/Linux.

Большинство скриншотов в книге выполнено в версии Autodesk Maya для Linux (окружение GNOME 3). Некоторые иллюстрации специально выполнены на других ОС, но принципиальных различий в интерфейсе или названиях инструментов нет, программа Maya и система визуализации V-Ray for Maya разработаны как универсальное мультиплатформенное решение. А особенности каждой из платформ в тексте оговорены отдельно.

-  Так выделяется информация на заметку.
-  Так обозначаются советы.
-  Так обозначаются предупреждения и предостережения.

ОТЗЫВЫ И ПОЖЕЛАНИЯ

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв прямо на нашем сайте www.dmkpress.com, зайдя на страницу книги, и оставить комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, при этом напишите название книги в теме письма.

Если есть тема, в которой вы квалифицированы, и вы заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте http://dmkpress.com/authors/publish_book/ или напишите в издательство: dmkpress@gmail.com.

СПИСОК ОПЕЧАТОК

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы удостовериться в качестве наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг – возможно, ошибку в тексте или в коде, – мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Сделав это, вы избавите других читателей от расстройств и поможете нам улучшить последующие версии данной книги.

Если вы найдете какие-либо ошибки в коде, пожалуйста, сообщите о них главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, и мы исправим это в следующих тиражах.

СКАЧИВАНИЕ ИСХОДНОГО КОДА

Скачать файлы с дополнительной информацией для книг издательства «ДМК Пресс» можно на сайте www.dmkpress.com на странице с описанием соответствующей книги.

НАРУШЕНИЕ АВТОРСКИХ ПРАВ

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательство «ДМК Пресс» очень серьезно относится к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконно выполненной копией любой нашей книги, пожалуйста, сообщите нам адрес копии или веб-сайта, чтобы мы могли применить санкции.

Пожалуйста, свяжитесь с нами по адресу dmkpress@gmail.com со ссылкой на подозрительные материалы.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, помогающую нам предоставлять вам качественные материалы.

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В КОМПЬЮТЕРНУЮ ГРАФИКУ

В современном мире компьютерная графика и визуализация занимают едва ли не главную позицию в представлении различной информации, начиная рекламой новых продуктов и заканчивая интерактивными развлечениями. Визуализация в компьютерной графике является одним из этапов в формировании статичного изображения или секвенции кадров анимации, позволяющих реализовать творческую идею. За последние три десятилетия уровень компьютерной графики вырос настолько, что сейчас сложно отличить созданное с помощью компьютера и программы изображение от фотографии. В свою очередь это стало достижимо благодаря таким продуктам, как Autodesk Maya и Chaos Group V-Ray.

Ряд произведений цифрового искусства могут соперничать с работами известных мировых художников, работающих в классических техниках. При этом многие молодые таланты, выросшие в эпоху расцвета высоких технологий, предпочитают пользоваться компьютерами и мобильными устройствами для воплощения своих образов в жизнь.

Широкую популярность получило распространение трехмерной графики. Сейчас нельзя представить себе презентацию нового жилого комплекса, интерьеров жилых и офисных помещений, а также продуктов бытовой электроники и многого другого без качественной фотореалистичной визуализации. Не менее важной является область анимации. Начиная с 70-х годов XX века, индустрия анимации и цифровых эффектов набрала большие обороты. Процесс не был простым – сначала происходило плавное смешивание классической рисованной анимации с компьютерной. А впоследствии, получив широкое признание среди зрителей и экспертов, компьютерная анимация завоевала рынок. Лидерами в индустрии компьютерной анимации по-прежнему остаются такие студии, как PIXAR Animation Studios, Walt Disney Future Animation Studios, Sony Pictures Imageworks Animation и DreamWorks Animation. Есть ряд менее известных, но выпускающих не уступающие лидерам анимационные продукты как за рубежом, так и на территории России и стран СНГ.

В данном разделе введения вы познакомитесь с краткой общей историей компьютерной графики и терминологией, используемой в процессе создания цифрового изображения. Если даже инструменты могут кардинально менять-

ся, то сами принципы создания цифровых моделей и визуализации остаются практически без изменений уже на протяжении четверти века.

Основы компьютерной графики и визуализации

В своей основе современная компьютерная графика – чистая математика и алгоритмы, поверх которых построены все основные инструменты (программы) и методы представления информации. Многие из основных методов построения и визуализации трехмерных поверхностей были разработаны в середине XX столетия, когда компьютеры были доступны только «избранным» и занимали целые этажи. Одним из удачных примеров применения компьютерной графики и фрактальных алгоритмов можно назвать фильм 1982 года «Звездный путь 2: Гнев Хана». В этом фильме создатели визуальных эффектов из студии Industrial Light & Magic впервые применили фрактальные алгоритмы для создания горных ландшафтов.

Так как мы чаще работаем с **полигональной моделью**, многие из алгоритмов и принципов построения форм основаны на классической геометрии и алгебре. Рассмотрим небольшой пример. На рис. В.1 приведены три иллюстрации. Первая иллюстрация (слева) демонстрирует простейшую точку. Точка бесконечна, она занимает определенное место в пространстве, но размер ее бесконечно мал. Это по своей сути координаты, к которым можно подвести один из концов ребра. На рисунке представлены координаты точки 0.5 и 0.5 по осям X и Y . Обратите внимание на то, что, по сути, мы можем подвести бесконечное множество ребер, которые могут быть связаны с другими точками.

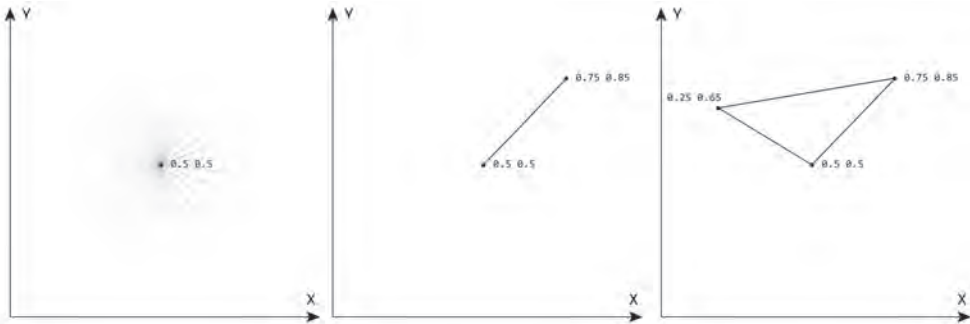


Рис. В.1 ❖ Три основных примитива, являющиеся основой для базового представления геометрии в компьютерной графике

Рисунок в центре как раз демонстрирует это – две точки с заданными координатами, а между ними прочерчена линия. Линия может связать только две точки. Если мы на одной прямой добавим несколько точек, мы получим отрезки, каждый из которых индивидуален и соединяет по две точки. Но в то же время каждая точка также может включать в себя множество линий. И третий пример – три точки, при создании связей между ними и замыкания отрезков сформируется треугольник (справа). Треугольник является одной из основополагающих фигур в компьютерной графике. Даже если мы работаем

с моделью на основе NURBS-поверхностей, внутри системы визуализации (аппаратной или программной) данная модель будет преобразована в массив из многоугольников (треугольников).

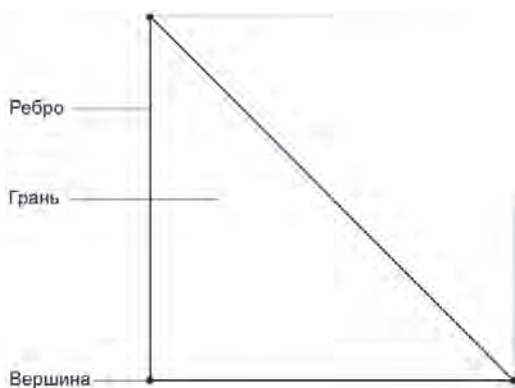


Рис. В.2 ❖ Основные элементы
треугольного примитива

Рисунок В.2 демонстрирует основные базовые элементы, из которых состоит многоугольник (треугольный примитив). Каждая из вершин объединена с другой с помощью ребра; все пространство, формируемое связями вершин и ребер, будет представлять собой грань, которая формируется на основе направления нормали. Нормаль многоугольника всегда находится в центре треугольника и позволяет вам управлять направлением грани – внутрь или наружу. Если вы станете использовать четырехугольники, соответственно, они будут состоять из двух треугольников, просто грань между ними будет скрыта, но каждый четырехугольник будет содержать два треугольника и две нормали. Это важно для понимания того, как впоследствии может сработать алгоритм тесселяции или другие инструменты моделирования.

Применение треугольников актуально и сегодня. Данный примитив превосходно может быть представлен любой системой визуализации и обработан молниеносно за считанные микросекунды аппаратным движком, чем интенсивно пользуются современные разработчики игр. Конечно, в процессе создания модели могут быть использованы любые методики моделирования и представления информации, но в результате программа и движок аппаратной визуализации будет их преобразовывать в набор из самых простых треугольников.

В процессе моделирования таких сложных моделей, как цифровой персонаж, необходимо учитывать последующие операции нанесения текстурных карт и деформацию геометрии в процессе анимации. Это важно, так как при анимации модели могут возникнуть нежелательные искажения геометрии. При создании органических моделей профессионалы в моделировании настоятельно рекомендуют использовать четырехугольники, и если будет применено сглаживание, а также выполнена операция *skinning*, это позволит избежать проблем в процессе анимации.

Такие приложения, как Autodesk Maya, предоставляют пользователю простые инструменты для выполнения тесселяции геометрии, когда базовая модель сглаживается, а за счет повышения детализации устраняются неровные края и резкие углы. Рисунок В.3 наглядно демонстрирует влияние сглаживания на геометрию модели головы. На иллюстрации А приведен пример базовой модели, созданной художником как основа. В ней немного полигонов, но она адаптирована под последующее сглаживание и создание снаряжения для анимации. В модели практически отсутствуют явные треугольники и сложные многоугольники. Это позволяет алгоритму сглаживания правильно выполнять подразделение поверхности. В результате после однократного сглаживания модели была получена более детализированная и гладкая поверхность модели (иллюстрация В). Соответственно, при использовании деформации геометрии на основе карт смещения (*displacement mapping*) возрастает необходимость в повышении плотности геометрии и детализации.

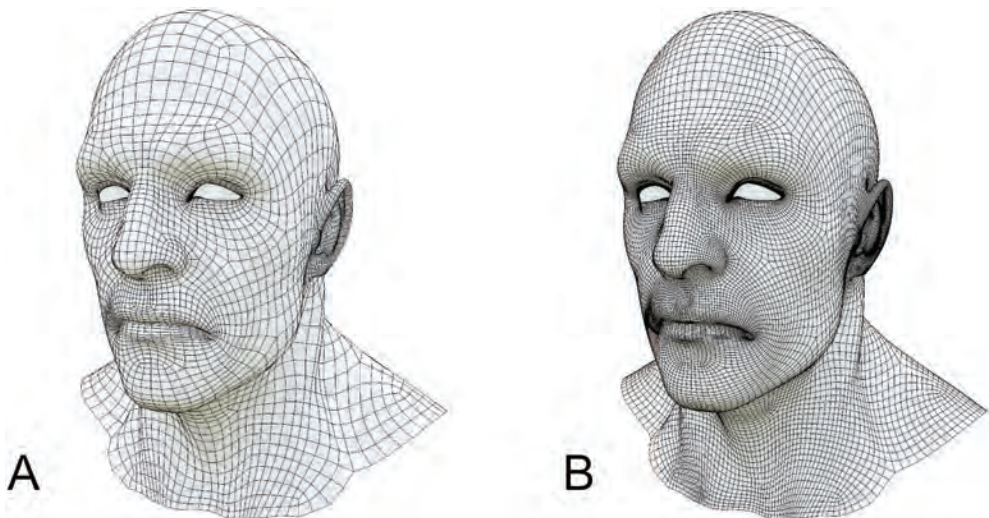


Рис. В.3 ❖ Модель головы цифрового персонажа, созданная с учетом правил топологии

Еще одна основополагающая технология моделирования – **NURBS-поверхности** (Non-uniform rational Bezier spline). В 60-х годах XX столетия внутри компаний Renault и Citroen были разработаны методы построения сложных поверхностей на основе кривых и контрольных точек. Так как компании конкурируют между собой, то только специалист Renault Пьер Безье (Pierre Étienne Bézier) опубликовал свои исследования, что и послужило включению его имени в название технологии, а также опередило конкурентов. Но в то же время Поль де Кастельжо (Paul de Faget de Casteljaou), работавший в компании Citroen, разработал алгоритм построения и деления кривой Безье, так называемый алгоритм де Кастельжо.

Инструменты, реализуемые на основе кривых Безье и NURBS-поверхностей, достаточно просты, но в то же время позволяют создавать плавные формы,

присущие в первую очередь автомобилям, кораблям, самолетам и космическим аппаратам.

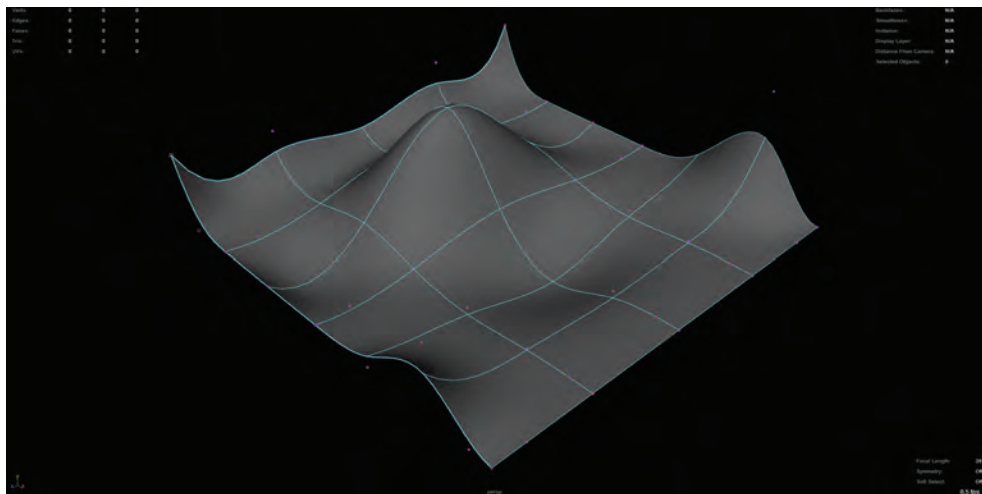


Рис. В.4 ❖ Пример простой NURBS-поверхности, созданной в Autodesk Maya

Управление кривой или поверхностью обеспечивается за счет специальных контрольных точек, а с помощью инструментов разделения, формирования отверстий, объединения и др. вы можете создавать любую форму. Многие системы визуализации на текущий момент времени получили свою реализацию NURBS-поверхностей, и при визуализации трехмерных сцен транслятор выполняет экспорт модели из 3D-пакета в поддерживаемый ядром визуализации формат представления NURBS.

Каждый из представленных методов моделирования и представления геометрии (полигоны и NURBS) обладает своими достоинствами и недостатками. В конце 70-х годов XX столетия начались исследования и разработка нового метода моделирования и технологии, объединяющей достоинства обоих методик; так на свет появилась технология **подразделенных поверхностей** (Subdivision Surfaces). Данная технология реализует методику представления сглаженных поверхностей через спецификации грубого разделения линейной полигональной геометрии на отдельные части. Сглаженная поверхность может быть вычислена из отдельных участков геометрии как ограниченный или рекурсивный процесс подразделения каждой грани полигона на более мелкие грани, что лучше аппроксимируется в сглаженную поверхность.

Если применять сглаживание на основе подразделенных поверхностей к простейшему примитиву, такому как куб, за счет увеличения плотности граней и сглаживания данный объект будет преобразован в сферу. На рис. В.5 представлен такой пример, когда обычный куб (cube), состоящий из шести граней, с помощью сглаживания на основе поверхностей подразделения был преобразован в сферу. На иллюстрации А показан пример, когда количество уровней подразделения равно 2, а на иллюстрации В приведен пример, когда количество уровней подразделения было увеличено до 4.

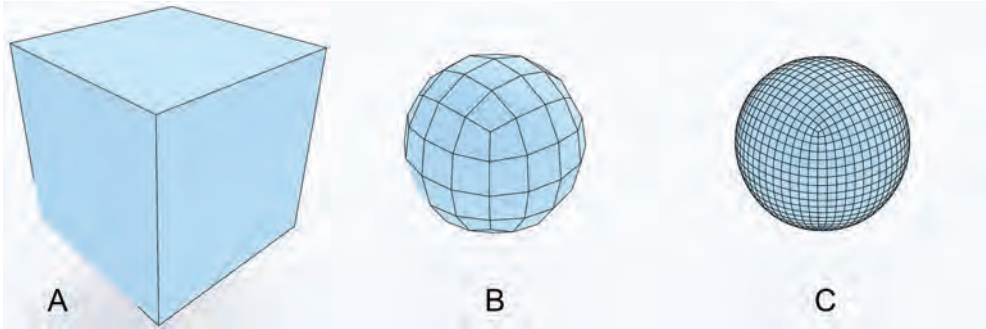


Рис. В.5 ❖ Пример тесселяции модели на основе Subdivision Surfaces. Прimitives из шести граней преобразован в сферу

Еще одним важным достоинством поверхностей подразделения является применение весов ребер (Crease Sets). Благодаря введению веса пользователь может контролировать резкость углов геометрии и придавать любую форму создаваемой геометрии с острыми или прямыми углами.

Рисунок В.6 демонстрирует пример действия весов ребер граней на модель, полученную в примере рис. В.5. Здесь с помощью управления величиной Crease достигался противоположный эффект, из сферы был получен куб со сглаженными углами, но при этом топология модели и количество граней не менялись. Обратите внимание на иллюстрации В и С – в них приведены примеры с одним значением весов ребер, но при этом вес применен к различным наборам ребер. В первом случае вертикальные ребра не обладают весом, а во втором – наоборот, этим ребрам присвоен вес, что позволило сформировать форму куба.

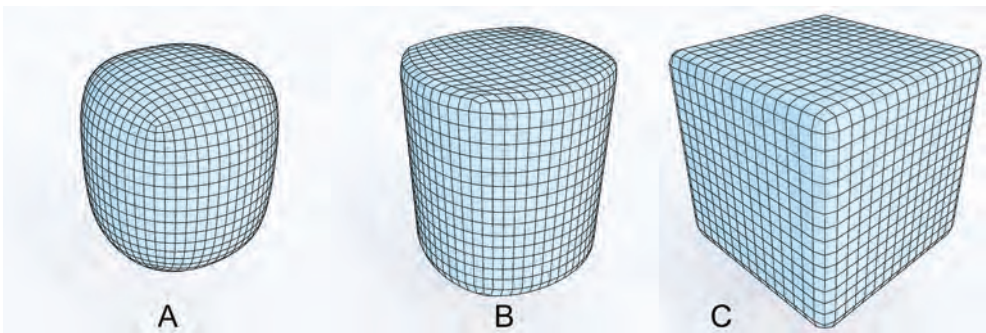


Рис. В.6 ❖ Пример влияния веса ребер граней на форму объекта.
А – Crease = 0.85, В – Crease = 3.0, С – Crease = 3.0 (все ребра)

Применение весов ребер граней актуально в моделировании органических форм, допустим, цифровых персонажей или таких объектов реального мира, как пластмассовые игрушки или металлические объекты, форма которых создана с помощью пресс-форм.

Чаще всего в процессе моделирования полигональных объектов применяются такие инструменты, как **Extrude**, **Bevel**, **Slice**, **Weld** и т. п. Они по-

зволяют художнику формировать основную форму объекта и добавлять или удалять ненужные грани. В каждом пакете 3D-моделирования и анимации присутствуют практически все основные инструменты полигонального моделирования.

Большинство инструментов моделирования создано для удобного и беспрепятственного создания сложных полигональных поверхностей. Основные задачи, которые ими выполняются, – добавление/удаление новых граней и повышение плотности сетки геометрии (рис. В.7). Каждый из инструментов обладает своими параметрами, которые позволяют настраивать его и получать желаемый результат. Вне зависимости от приложения инструменты моделирования, реализованные в них, выполняют одинаковые задачи. Различия могут заключаться только в названиях или последовательности их применения и функциональности.

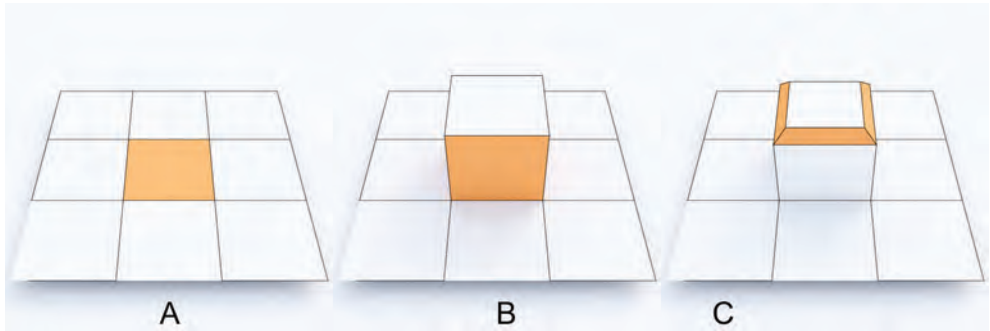


Рис. В.7 ❖ Пример создания новых граней с помощью инструментов Extrude (B) и Bevel (C)

Параллельно развитию технологий моделирования и представления форм геометрических объектов шла разработка инструментов анимации и визуализации. В то время как анимация призвана оживить «бездушные» трехмерные объекты виртуального мира, визуализация призвана оживить их с помощью света и цвета. В то же время благодаря визуализации художники получили виртуальные копии реальных объектов, таких как источники света и камеры. А с помощью компьютерной анимации удалось достигнуть ранее труднодостижимых движений камеры и освещения, ведь анимировать вы можете практически все.

За время развития технологий отображения информации и визуализации было пройдено несколько ключевых этапов. Безусловно, качество синтезированных с помощью компьютеров и программ образов зависело от развития вычислительной техники и систем вывода информации. Изначально первые образы представлялись как простейшая сетка без сложного для тех времен затенения, притом же в мире фантастики, где фигурировали компьютеры, информация чаще всего так и представлялась – в виде полигональной сетки (рис. В.8 А). Многие первопроходцы в области компьютерной графики свои первые работы формировали на основе простой визуализации ребер полигональных объектов.

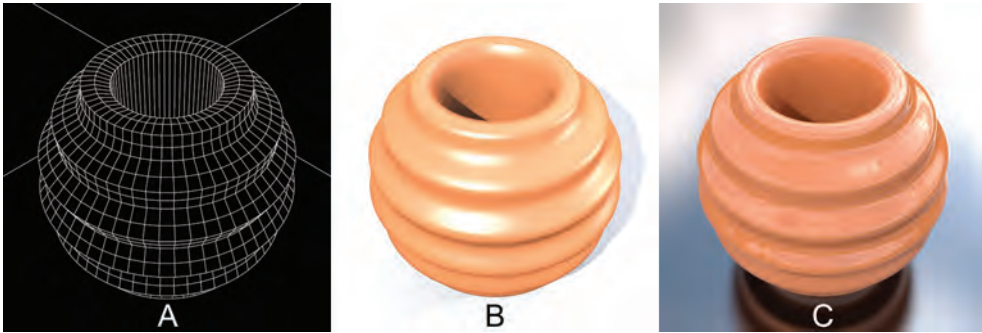


Рис. В.8 ❖ От сетки до фотореализма

Шло время, и с развитием компьютерной техники, появлением новых технологий для отображения информации, а также с появлением графических интерфейсов пользователи инструменты для визуализации изображений стали получать возможности, позволяющие реализовать достаточно убедительное затенение трехмерных моделей и имитировать базовые типы источников света и теней. Это стало возможным благодаря развитию алгоритмов трассировки лучей, возможностям формирования зеркальных бликов и многого другого. Так, первые коммерческие решения для компьютерной графики, разработывавшиеся в конце 1980-х – начале 1990-х, позволяли воссоздать большинство эффектов освещения и затенения из реального мира (рис. В.8 В).

Параллельно с разработкой основных моделей затенения ученые и разработчики экспериментировали с реализацией более сложных моделей освещения и глобальным освещением. Это стало основой создания отдельных приложений, выполнявших узкоспециализированные задачи визуализации, например моделирование глобального освещения на основе алгоритмов Radiosity и метода фотонных карт.

С возрастанием вычислительных мощностей центральных процессоров, независимые ядра визуализации, такие как V-Ray, RenderMan Pro Server и др., стали получать собственную реализацию моделей глобального освещения. Благодаря возросшей производительности стало возможным обрабатывать гораздо больше данных и формировать убедительное освещение в сцене. При этом модели затенения и алгоритмы трассировки лучей на протяжении 1990-х годов претерпели множество изменений и постоянно совершенствовались. Благодаря этому стало возможным получить результаты, аналогичные представленным на рис. В.8 С.

На текущий момент времени технологии моделирования и визуализации развиты настолько сильно, что остается только понять основу, и для художника не составит труда использовать самые разнообразные инструменты для получения желаемого результата.

Системы визуализации

Как было отмечено выше, одним из важных критериев выпуска качественного графического продукта является качество визуализации образа, будь то ста-

тичное изображение или секвенция кадров анимации. Для получения изображений и кадров секвенций применяются системы визуализации.

Существует огромное множество решений для визуализации трехмерных сцен, неопытному пользователю очень легко «заблудиться» в выборе, но, в принципе, внутри они очень схожи.

«Почему “система визуализации”?» – спросите вы. Здесь стоит вновь вернуться к истории развития технологий компьютерной графики и визуализации. Чисто технически система визуализации – это своего рода набор программ и определенных спецификаций, используемых ею для понимания типов данных и объектов в сцене. Каждое из отдельных приложений системы визуализации может выполнять определенные задачи, например визуализацию глобального освещения и сохранение его в отдельных типах данных (файлах), преобразование графических изображений и их отображение. Хотя сейчас многие системы визуализации это делают с помощью одной программы и файлов описания сцен, они по-прежнему выполняют отдельные этапы в процессе вычислений и затем на их основе формируют конечный результат.

Существует как минимум два типа систем визуализации. Первый тип – **встроенные в 3D-приложения ядра визуализации**. Они целиком оптимизированы под возможности программ, например Autodesk Maya использует несколько ядер визуализации, которые максимально полно поддерживают все возможности программы (табл. В.1). Так как программы по своему уникальны, а форматы данных для каждой из них основаны на их «философии» и реализации инструментов, очень хорошего результата можно добиться только за счет параллельной разработки родных инструментов и средств визуализации.

Таблица В.1. Родные для 3D-приложений Autodesk ядра визуализации

| Приложение | Формат файла | Ядро визуализации |
|------------------|--------------|-------------------------------|
| Autodesk 3ds Max | .max | Default Scanline Renderer |
| | | Autodesk A360 Cloud Rendering |
| | | ART Renderer |
| | | Quicksilver Renderer |
| | | VUE Renderer |
| Autodesk Maya | .ma, .mb | Maya Software |
| | | Maya Hardware 2.0 |
| | | Maya Vector |
| | | Maya Turtle |
| | | |
| SideFX Houdini | .hip | Mantra |
| MAXON Cinema 4D | .c4d | Pro Render |

В представленной выше таблице собраны сведения только по ключевым продуктам компании Autodesk и ее партнеров. И как можно заметить, пакет Maya предоставляет четыре ядра визуализации. Все инструменты поставляются вместе с программой и могут быть использованы сразу после ее установки.

Одним из важнейших достоинств открытых форматов файлов – возможность их правки. Такой пакет, как Autodesk Maya, предоставляет возможность сохранять сцену в бинарном формате (binary) и в простом текстовом формате (ASCII). Такой подход предоставляет возможность оперировать с ними на уровне представления данных сцены без дополнительных, иногда сложных преобразований в процессе разработки собственных приложений или расширений для Maya.

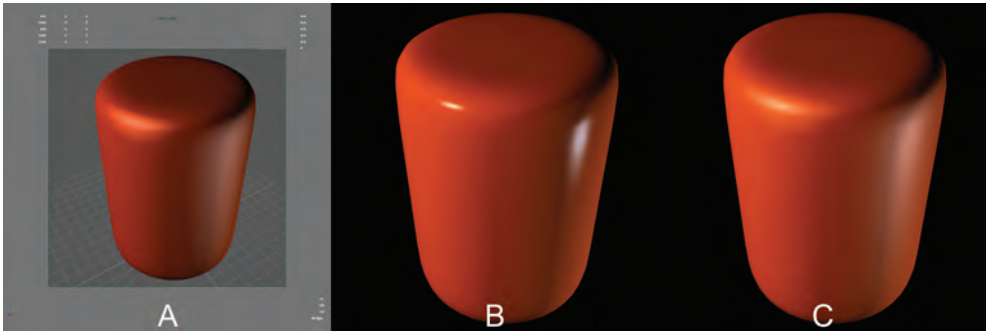


Рис. 9.9 ❖ Пример простейшей сцены в Autodesk Maya и результат визуализации с помощью аппаратного и программного ядер визуализации

```
//Maya ASCII 2015 scene
//Name: maya_opendata_format.ma
//Last modified: Thu, May 21, 2015 09:49:14 PM
//Codeset: 1251
requires maya "2015";
fileInfo "application" "maya";
createNode mesh -n "pCylinderShape1" -p "pCylinder1";
    setAttr ...
createNode transform -n "camera1";
    setAttr ".t" -type "double3" [num] [num] [num] ;
    setAttr ".r" -type "double3" [num] [num] [num] ;
createNode camera -n "cameraShape1" -p "camera1";
    setAttr ...
createNode transform -n "spotLight1";
    setAttr ".t" -type "double3" [num] [num] [num] ;
    setAttr ".r" -type "double3" [num] [num] [num] ;
createNode spotLight -n "spotLightShape1" -p "spotLight1";
    setAttr -k off ".v";
createNode lightLinker -s -n "lightLinker1";
    setAttr -s 3 ".lnk";
    setAttr -s 3 ".slnk";
...
relationship "link" ":lightLinker1" ":initialShadingGroup.message" ":defaultLightSet.
message";
relationship "link" ":lightLinker1" "phongE1SG.message" ":defaultLightSet.message";
...
```

```

relationship "shadowLink" ":lightLinker1" "phongE1SG.message" ":defaultLightSet.message";
...
connectAttr "phongE1.oc" "phongE1SG.ss";
connectAttr "pCylinderShape1.iog" "phongE1SG.dsm" -na;
connectAttr "phongE1SG.msg" "materialInfo1.sg";
connectAttr "phongE1.msg" "materialInfo1.m";
...
dataStructure -fmt "raw" -as
"name=externalContentTable:string=node:string=key:string=upath:uint32=upathcrc:string=rpat
h:string=roles";
applyMetadata -fmt "raw" -v
  "channel\name externalContentTable\stream\name v1.0\nindexType numeric\nstructure
  externalContentTable\n0\n\"|spotLight1|spotLightShape1\" \"dmapName\" \"depthmap\"
  2097411553 \"\" \"sourceImages\" \nendStream\nendChannel\nendAssociations\n"
  -scn;

```

Выше представлен листинг части файла сцены Autodesk Maya (формат *.ma), пример визуализации которого приведен на рис. В.9. Как и во многих специализированных приложениях, формат файлов сцен Maya содержит несколько ключевых блоков, в которых имеются основные настройки атрибутов элементов сцены (геометрия, источники света, камеры, шейдеры и т. д.). Каждый создаваемый узел представлен блоком `createNode [nodetype] parameters`, в каждом блоке будет записана информация о типе узла и значения атрибутов параметров. Затем все текущие связи между различными элементами будут представлены строками `relationship name [name1, name2, nameN]`, а связанные между собой атрибуты различных узлов в сцене представлены записью `connectAttr [node.attrname] parameters`.

Когда будет запущен процесс визуализации, ядро визуализации, выбранное вами в глобальных параметрах визуализации или с помощью команды в окне приложения терминала, будет «читать» данный файл и выполнять визуализацию с учетом всех данных, записанных в файле сцены.

Если произойдет какая-то ошибка, например нет расширения, связанного с определенным типом узла, или неправильно выполнена запись, вы можете открыть файл в формате *.ma в любом текстовом редакторе (например, Sublime Text) и внести все необходимые правки. Современные приложения позволяют отслеживать все ошибки и формируют детальные отчеты.

Подход к представлению данных в текстовом формате дает разработчикам сторонних приложений и расширений для Maya реализовывать поддержку большинства возможностей пакета и интегрироваться в ключевые инструменты программы, например в узлы геометрии или узлы шейдеров материалов. Этим как раз и пользуются многие внешние системы визуализации, реализующие связь с ядром визуализации при помощи специальных модулей коннекторов.

Второй тип систем визуализации – **внешние и интегрируемые ядра визуализации**. Это независимые решения, создаваемые сторонними разработчиками. Большинство инструментов визуализации, реализованные в приложениях по умолчанию и поставляемые с ними из коробки, функционально ограничены, а иногда отстают от более современных продуктов от внешних разработчиков на несколько поколений развития технологий.

Таблица В.2. Системы и инструменты для визуализации от сторонних разработчиков

| Тип системы и принцип | Система визуализации | Родной формат | Интеграция с Maya | Standalone ядро |
|-----------------------|----------------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| Biased renderers | PIXAR RenderMan Pro Server | .rib | Да | Да |
| | Cebas FinalRender SE | – | Нет | Нет |
| | Cebas FinalRender for Maya | – | Да | Нет |
| | ChaosGroup V-Ray Next | .vrscene | Да | Да |
| | ChaosGroup V-Ray Next GPU | .vrscene | Да | Да |
| | DNA Research 3Delight | .rib | Да | Да |
| | | | | |
| Unbiased renderers | NVIDIA® iray® | .mi | Да | Да (в mr Standalone) |
| | ChaosGroup V-Ray Next | .vrscene | Да | Да |
| | ChaosGroup V-Ray Next GPU | .vrscene | Да | Да |
| | Cebas Moskito Renderer | – | Нет | Нет |
| | NextLimit Maxwell Renderer | .mxs | Да | Да |
| | OTOY Octane Renderer | .ocs | Да | Да |
| | SolidAngle Arnold Renderer | .ass | Да | Да |

Сегодня на рынке инструментов визуализации существует несколько решений с гибкой архитектурой и поддержкой интеграции с большинством ведущих пакетов компьютерной графики и анимации. В табл. В.2 собраны ведущие решения, используемые многими специалистами на практике и заслужившие широкое признание. Самыми известными решениями являются такие системы визуализации, как RenderMan Pro Server от анимационной студии PIXAR, V-Ray от компании Chaos Group и Arnold Renderer от альянса компаний SolidAngle/Autodesk. Для интеграции в рабочий конвейер эти три продукта предоставляют своим пользователям API, а также используют свои собственные форматы представления данных сцены и ее ключевых элементов. В то же время эти решения могут быть расширены с помощью инструментов, которые можно разработать с применением языков C и C++ и специальных языков разработки шейдеров, таких как Open Shading Language (OSL) или Material Definition Language (MDL).

Система визуализации V-Ray от компании Chaos Group является серьезным комплексным решением. Данный продукт из обычного модуля расширения для 3ds Max стал одним из серьезных конкурентов классических систем визуализации. Он поддерживает современные технологии и одним из первых получает поддержку перспективных решений, данный продукт может быть использован далеко за пределами архитектурной или предметной визуализации. Многие студии выбирают V-Ray в качестве основного инструмента для визуализации сложных моделей затенения и анимации. Благодаря поддержке такого стандарта, как Open Shading Language (OSL), стало возможным применять V-Ray в крупных производствах, требующих персонализированных инструментов и библиотек шейдеров, реализующих нестандартные подходы к затенению и освещению сцен. Также система визуализации V-Ray в послед-

них версиях получила значительный прирост производительности в вычислениях, что позволяет гораздо быстрее выполнять визуализацию кадров анимации.

В последнее время получили широкое распространение системы визуализации на основе алгоритмов path tracing и волновой теории света. Системы, относящиеся к данной категории, получили свою определенную категорию – **unbiased renderers** или физически корректные системы визуализации. Их основное отличие от классических (**biased renderers**) систем визуализации – прогрессивная визуализация изображений. В данном процессе ядро визуализации вычисляет сразу весь кадр, а не разделяет его на пропорциональные блоки. Это позволяет значительно упростить процесс настройки и добиться достаточной реалистичности в изображении.

С началом эры вычислений на GPU стало возможным применять многопоточные графические процессоры в вычислениях общего назначения. Это сформировало новый рынок средств визуализации и инструментов для современных художников. С помощью таких технологий, как NVIDIA CUDA или OpenCL, разработчики могут использовать графический ускоритель для ускорения вычислений в создаваемых ими приложениях. Например, в поставке с V-Ray Next идет ядро V-Ray Next GPU. Это ядро физически корректной визуализации, поддерживающее моделирование реалистичного затенения и освещения. Ядро V-Ray Next GPU поддерживает новые стандарты и спецификации для разработки шейдеров, а именно OSL и NVIDIA MDL; с их помощью вы можете создавать шейдеры, не привязанные к конкретному ядру визуализации, данный стандарт поддерживается не только V-Ray, но и NVIDIA Iray, SolidAngle Arnold Renderer, PIXAR RenderMan Pro Server и др.

Unbiased версия V-Ray Next, может быть использована для финальной визуализации (production rendering) и для интерактивной визуализации с демонстрацией всех изменений в создаваемой сцене. Это существенно облегчает работу современного CG-художника и позволяет на ранних этапах отслеживать все изменения, выполняемые художником, и к какому результату они приводят.

Среди систем визуализации с физически корректной моделью освещения и затенения есть решения, хорошо зарекомендовавшие себя в производстве анимационных фильмов и эффектов. К таким решениям можно отнести систему визуализации Arnold Renderer от альянса компаний SolidAngle/Autodesk. Данный продукт позволяет использовать все возможности открытых форматов данных и перспективных решений, таких как OCIO или OSL.

Какой инструмент визуализации выбрать? Это достаточно сложный вопрос, многие CG-художники выбирают наиболее распространенные системы визуализации. Однако в ряде случаев требуется брать все самое лучшее из нескольких средств визуализации, а далее сводить все полученные материалы на этапе постобработки (compositing). Данный подход получил широкое распространение в индустрии анимации и специальных эффектов, а в последнее время применяется и в таких областях, как архитектурная и дизайн-визуализация.

Рекомендуется присматриваться к следующим критериям, которые предъявляются к современным инструментам визуализации:

- высокой производительности визуализации;
- гибкой расширяемостью (разработка шейдеров и расширений);
- поддержке современных технологических стандартов и инструментов (Alembic, OSL, OCIO, Deep Images, USD и т. п.);
- высокой скорости визуализации эффектов глубины резкости и размытия движения;
- высокому уровню масштабируемости при визуализации на фермах визуализации;
- интеграции в ведущие пакеты компьютерной графики (Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, SideFX Houdini, MAXON Cinema 4D и др.);
- открытому формату данных, открытому API и инструментам для разработчиков;
- поддержке платформ GNU/Linux, Apple macOS и Microsoft Windows.

Большинству из представленных выше критериев соответствует рассматриваемая в данной книге система визуализации V-Ray for Maya и его автономная версия V-Ray Standalone.

История V-Ray и его реализации в 3D-приложениях

Система визуализации V-Ray начала свое развитие с разработки простого трассировщика лучей, который был призван решать достаточно простую задачу. В дальнейшем разработчики обнаружили, что ядро выполняет вычисления быстро и с высоким качеством, и начали разрабатывать полноценное ядро визуализации и набор соответствующих инструментов.

Изначально V-Ray был выполнен в качестве модуля расширения для 3ds Max. И до версии 1.5 V-Ray был решением исключительно для 3ds Max, но в линейке V-Ray версии 1.5 появилась первая версия V-Ray for Maya. Именно в первой редакции V-Ray for Maya появилась базовая функциональность ядра визуализации V-Ray. Однако он значительно уступал V-Ray for 3ds Max, и необходимо было разрабатывать инструменты самостоятельно, обычно это делалось через API и создание сценариев.

Но, начиная с версии V-Ray 2.0, разработчики делают кардинальное изменение в архитектуре ядра визуализации, его функциональности и переводят V-Ray в разряд системных решений, которые могут быть интегрированы в любое приложение компьютерной графики и развернуто на любой из платформ (Linux, macOS, Windows).

В 2013 году Chaos Group выпускает V-Ray 3.0, третью версию ядра и реализацию формата данных. Третья версия претерпевает ряд важнейших изменений. Обновляется интерфейс пользователям, теперь он становится более организованным и понятным большинству начинающих пользователей. Увеличена производительность трассировки луча в режиме Progressive Rendering. Для интеграции с редакторами V-Ray для других приложений, а также для обмена данными была реализована поддержка VRMATS. Третья версия получила поддержку формата Alembic, что позволило выполнять передачу данных между различными приложениями для компьютерной графики и Look Development. Система V-Ray Hair также получила ряд улучшений и оптимизаций. Именно в V-Ray 3.0 появилась поддержка управления цветом в растровых и визуализи-

зируемых изображениях. Так, стало возможным применять профили LUT, ICC и конфигурации ОСЮ напрямую в V-Ray. Благодаря серьезным обновлениям ядра V-Ray 3.0 получил поддержку OpenEXR 2.X и формата изображений deep images. Пользователи V-Ray GPU получили возможность визуализации Render Elements.

Через пять лет разработок и серии обновлений третьей версии V-Ray в 2018 году Chaos Group анонсирует выход V-Ray Next (технически это V-Ray версии 4.0). Это значительное обновление всего функционала системы визуализации и возможностей ядра V-Ray. Основная задача, которую решали разработчики в четвертой версии, — производительность и достижение высокой скорости визуализации. В новой версии произведена реализация и оптимизация Adaptive Dome Light. Увеличена производительность визуализации в режиме IPR. При выборе режима Viewport IPR стало возможным применять NVIDIA AI Denoiser в качестве метода удаления шума по умолчанию. Для коррекции и правок материалов добавлен режим Debug Shading/Isolate Selected. Теперь с помощью V-Ray GPU и V-Ray Progressive Sampler вы можете выполнить визуализацию Playblast напрямую из видового окна проекции. Ядро V-Ray GPU получило двукратное увеличение скорости визуализации. Также ядро V-Ray GPU получило возможность визуализации атмосферных и объемных эффектов. В V-Ray Next для V-Ray GPU добавлена поддержка Bucket mode. Добавлен новый шейдер Physical Hair Material. Благодаря добавлению нового атрибута Metalness в V-Ray Next реализована поддержка PBR-шейдеров. Для визуализации нереалистичной модели затенения был кардинально переработан и обновлен шейдер V-Ray Toon. Добавлен шейдер V-Ray Layered Texture. Для управления данными и более точной организации данных в проекте в V-Ray Next добавлена поддержка Layered Alembic на основе формата Alembic версии 1.7. И очень важным нововведением в V-Ray Next является доступ к удаленному облачному сервису V-Ray Cloud, ныне известному как Chaos Cloud.

Новые возможности V-Ray Next Update 1

Основные главы книги, которую вы держите в руках, основаны на возможностях ядра **V-Ray 4.1** и **V-Ray Next for Maya 2018**. Этому стоит уделить особое внимание, так как все основные возможности данной версии могут быть использованы как через интерфейс Autodesk Maya, так и напрямую с помощью командной строки в автономной версии V-Ray Next Standalone (4.12.01). Если какие-то функции не реализованы в интерфейсе программы, их можно добавить с помощью MEL или Python, согласно документации к V-Ray for Maya.

В основе Update 1 лежит ядро V-Ray 4.12.01. Одной из ключевых функций является введение Memory Tracking – системы мониторинга потребления памяти. Объекты V-Ray Proxu получили поддержку элемента Cryptomatte. Разработчики повысили скорость начала визуализации сцены и отображения первых пикселей в режиме V-Ray Progressive. В данном обновлении добавлена поддержка Maya 2019. Шейдер AL Surface получил поддержку ядром V-Ray GPU.