

УДК 004.94
ББК 32.972
В61

В61 Уильям Воган

[Цифровое] моделирование / пер. с англ. И. Л. Люско; науч. ред. Я. Е. Гурин. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 430 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-991-0

Автор книги, известнейший профессиональный художник и преподаватель, не просто знакомит читателей с технологией 3D-моделирования, но и ориентирует их на карьерный рост, показывая, каких умений требует от цифрового художника производственная среда. Вы ознакомитесь с инструментарием моделлера, пройдете все этапы подготовки 3D-модели от построения сетки до детализации, изучите особенности моделирования в разных областях, включая полиграфическую рекламу и компьютерные игры, и узнаете, как получить работу в отрасли.

Книга адресована как новичкам в профессии, так и цифровым художникам, которые хотят расширить набор используемых техник.

УДК 004.94
ББК 32.372

Authorized translation from the English language edition, entitled Digital Modeling, 1st Edition by William Vaughan, published by Pearson Education, Inc, publishing as New Riders, Copyright © 2012

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 978-0-321-70089-6 (англ.)
ISBN 978-5-97060-991-0 (рус.)

Copyright © 2012 Pearson Education, Inc.
© Перевод на русский язык, оформление, издание,
ДМК Пресс, 2022

Эта книга прекрасно охватывает многие аспекты цифрового моделирования. Уильям все подробно объясняет с помощью полноцветных картинок и образцов. Что я нашел наиболее полезным, так это его объяснения того, зачем он выполняет те или иные действия при моделировании объекта. Это первая книга по 3D-моделированию, которую я прочитал, и она не является повторением того, что можно найти в руководстве по программному обеспечению. Я настоятельно рекомендую эту книгу не только художникам по разработке моделей, но и всем, кто хочет улучшить свое понимание технологий производства компьютерной графики.

– Брайан Арндт, BioWare

О мастерстве Уильяма как 3D-моделлера ходят легенды. Его страсть и способность к обучению студентов также известны. Сочетание его знаний в области моделирования с ясным и терпеливым стилем преподавания делает эту книгу незаменимой для всех, независимо от их уровня навыков.

– Джек «Двойка» Беннетт II, владелец Creative Imagineering, Inc.

Уильям – потрясающий учитель и один из лучших дизайнеров-моделлеров, которых я когда-либо встречал. Его книга по цифровому моделированию – еще одна в длинном списке подарков от мастера.

– Николас Буген, владелец CG-Masters.com

В своем фирменном естественном стиле изложения Уильям кратко объясняет не только как моделировать, но и как думать и решать проблемы профессионально. Эта книга абсолютно необходима для тех, кто хочет получить твердое представление о процессе цифрового моделирования.

– Алан Чан, Digital Domain

Сегодня вам будет сложно найти более талантливого и плодовитого артиста в индустрии моделирования. Уильям – представитель поистине редкой породы – тот, кто может одновременно выполнять работу и обучать ей других. Его методы неоченимым образом повлияли на мою практику. Я многому научился у Уильяма, и вы научитесь тоже!

– Джаррод Дэвис, лауреат премии «Эмми» как художник VFX

Думайте об этой книге как о Библии – не только за науку цифрового моделирования, но и за пример замечательного профессионального отношения к карьере в цифровом искусстве. Я не думаю, что вы можете получить более четкое представление о том, что работодатели ожидают от цифрового художника в производственной среде, чем то, что изложено в этом великолепном фолианте. Но не верьте мне на слово... лучше прекратите чтение этой цитаты и перейдите уже наконец к первой странице.

– Дэвид А. Мальдонадо, Deluxe Digital

Новая книга Уильяма «[Цифровое] моделирование» с его пониманием отрасли, подробными объяснениями и хорошими примерами обязательна к прочтению не только для новичков в профессии, но также и для ветеранов, которые привыкли полагаться только на небольшую часть доступных инструментов и методов моделирования.

– Крис О’Рили, V|4 Digital

Уильям Воган не столько обучает читателя методам моделирования, сколько обучает его тому мышлению, которое необходимо для успеха в качестве разработчика цифровых моделей. Я был учеником Уильяма, и я считаю, что эта книга – лучший возможный опыт обучения, если не считать присутствия на одном из его уроков. С самой первой страницы становится ясно, что его опыт и страсть к своему делу – главные движущие силы создания этой удивительной книги.

– Курт Смит, Pixomondo

Уильям Воган обладает редкой способностью делиться с другими своими глубокими знаниями о 3D-моделировании и индустрии компьютерной графики в удобной для восприятия форме. Он обучил сотни художников, работающих в этой области, и повлиял на мой подход к моделированию. Эту книгу необходимо прочитать всем, кто интересуется созданием цифровых моделей.

– Рон Торнтон, отмеченный наградами,
лидер VFX/CG и признанный пионер отрасли

Мне посчастливилось работать с Уильямом более десяти лет на многих учебных мероприятиях. Его способность объяснять сложные концепции простым и точным образом в отношении подходов к 3D-моделированию и анимации редка и исключительна. Для меня его понимание и объяснение методологии этого процесса на протяжении многих лет было бесценным руководством, и эта книга по моделированию объединяет все в один удивительный ресурс.

– Грэм Томс, специалист по 3D-обучению, NewTek

Поистине, Уильям Воган страстно любит преподавать и демонстрирует это на страницах этой книги. Он один из лучших учителей, которые у меня были, и я очень рад, что он может поделиться своими знаниями в области моделирования не только с одним своим классом.

– Эйприл Уоррен, Digital Domain

Многие люди приходили и уходили из моей жизни за эти годы и помогли сформировать из меня того художника, которым я являюсь сегодня, но один выделяется среди всех других.

Фон Кваллек, один из моих учителей рисования в высшей школе, привил понимание важности решения возникающих на творческом пути проблем, которое пронизывало меня на протяжении всей моей карьеры. Мой стиль преподавания является прямым продолжением стиля Кваллека – страсть к образованию и невероятная способность делиться своими знаниями.

Спасибо. Спасибо. Спасибо.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Автор выражает признательность	14
Об авторе	16
О техническом консультанте.....	17
Предисловие.....	18
Глава 1. Введение.....	21
Что такое цифровое моделирование?	22
Кто может стать профессиональным моделлером?	23
Кому следует читать эту книгу?.....	26
Чего вы можете ожидать от этой книги?	27
Частота процессора и количество ядер	27
Видеокарта и графический процессор	27
О подходе этой книги к программному обеспечению.....	29
Требования к программному обеспечению	31
Программное обеспечение 3D.....	31
Программное обеспечение 2D.....	32
Содержимое прилагающегося к изданию DVD-диска	32
Последнее слово: измените свое мышление	33
Глава 2. Чем занимается художник-моделлер	39
Производственный конвейер: этапы производства	40
Этап 1: Подготовка к производству	43
Сценарий	43
Визуальный дизайн	46
Раскадровка	51
Аудио: черновая озвучка.....	53
Аниматики	54
Звук: запись голоса.....	57
Этап 2: Производство.....	58
Моделирование	58
Риггинг.....	61
Расстановка объектов и композиция сцены.....	64
Текстурирование	67
Анимация.....	69
Эффекты.....	73
Свет	75
Рендеринг	78
Этап 3: Постпродакшн	80
Компоузинг	80
Звук	83
Окончательный монтаж и распространение	87

Эволюция конвейеров производства	88
Виртуальная студия (VAD)	88
Отдел стереоскопии	92
Глава 3. Подготовка к моделированию	97
Инструменты разработчика цифровых моделей	98
Референсы	98
Наблюдение	101
Решение проблем	103
Сбор референсных материалов	104
Физические референсы	104
Цифровая камера	105
Измерительная рулетка	106
Блокнот для зарисовок	108
Цифровые референсные материалы	108
Референсы в виде полиграфических материалов	109
Референсные фильмы	110
Референсные материалы – объекты интеллектуальной собственности	111
Референсы, которых следует избегать	112
Подготовка референсного материала	116
Сканирование и передача файлов с других устройств	117
Регулировка цвета и уровней	117
Поворот, масштабирование и кадрирование	118
Объединение	119
Присвоение имен и систематизация	119
Глава 4. Что такое цифровая модель – основы	121
Анатомия модели	122
Вершины	122
Карты вершин	122
Ребро	127
Полигональные модели	128
NURBS	129
Подразделенные поверхности	132
Классификация моделей: твердые поверхности и органические объекты	133
Ориентация на производство	133
Ориентация на свойства	134
Ориентация на конструкцию	134
Оценка классификации модели	135
Стили моделей	137
Фотореализм	138
Стилизация	138
Выбор стиля	138
Глава 5. Методы цифрового моделирования	141
Последовательное построение	142
Вершина за вершиной	143
Вытягивание ребер полигонов	143

Моделирование из примитивов	144
Блочное моделирование	145
Патч-моделирование	147
Цифровая скульптура.....	149
3D-сканирование	150
Моделирование с помощью инструментов текстурирования и анимации	155
Текстура смещения.....	155
Кости	156
Динамика	157
Важность смешанных подходов	158
Глава 6. Профессиональные практики моделирования.....	161
Соглашения о наименованиях и структуре каталогов.....	162
Каталог контента.....	162
Соглашения о наименованиях.....	165
Не агонизируйте, структурируйте	167
Чистое моделирование	167
Количество полигонов	168
Топология.....	173
Подготовка модели к процессу производства	180
Общая подготовка к процессу производства.....	180
Подготовка к текстурированию.....	181
Подготовка к риггингу	183
Глава 7. Полигональное моделирование	187
Моделирование трехмерного полигонального текста.....	188
Векторные и растровые изображения.....	189
Начинаем работу	190
Создание двумерной базовой полигональной сетки	191
От 2D к 3D	194
Микроскопы, фаски и скругления.....	195
Подчистка	198
Моделирование 3D полигонального объекта со швами.....	200
Начинаем работу	202
Делаем уборку в доме.....	205
Основы лейаута	206
Заключительные этапы	210
Гооол!!!	215
Глава 8. Моделирование с подразделенными поверхностями (SubD)	217
Моделирование 3D-текста с помощью SubD.....	218
Начинаем работу	218
Делаем поддерживающие края	219
Полигональный патчинг	221
Добавляем глубину.....	223

Добавляем детали.....	224
Моделирование SubD объекта	225
Референс	226
Начинаем работу	226
Делаем металлическую пружину.....	229
Глава 9. Моделирование реалистичной головы	235
Выбор метода: вытягивание краев против блочного моделирования	236
Используем референс	237
Готовим фоновые шаблоны	238
Используем преимущества симметрии	239
Моделирование частей головы.....	240
Глаза	241
Нос	248
Линия смеха.....	250
Рот	250
Линия челюсти.....	252
Уши	252
Завершаем голову.....	257
Глава 10. Моделирование стилизованного персонажа	261
Блочное моделирование полигональной сетки персонажа.....	262
Начинаем работу	264
Детализация лица	269
Конструируем тело	276
Поддай им руку	278
Окончательная проверка персонажа	285
Глава 11. Моделирование товаров для полиграфической рекламы	289
Создание идеального товара	290
Референсы: CAD-геометрия, фотографии и чертежи	292
Начинаем работу: делаем сплайны	294
Сплайновый патчинг	296
Последние детали.....	301
Глава 12. Цифровая скульптура.....	305
Цифровая скульптура с Гленом Саузерном	306
Создание цифрового макета персонажа.....	307
Создаем ноги	309
Создаем руки	311
Лепим голову	312
Второй проход в создании скульптуры.....	315
Детализация.....	317

Глава 13. Моделирование для компьютерных игр	323
Моделирование игр нового поколения с Гленом Саузерном	324
Создание скульптуры существа.....	325
Делаем ретопологию для создания игровой модели	329
Создание UV-карт текстурного маппинга для низкополигональной модели	335
Создание текстурных карт для низкополигональной модели.....	338
Цветовая текстурная карта	339
Карта рельефа	340
Карта нормалей	340
Глава 14. 3D-печать цифровых моделей	345
Обзор технологии 3D-печати	346
Приложения для 3D-печати.....	352
Подготовка цифровой модели для 3D-печати.....	355
Использование замкнутых сеток.....	355
Избегайте текстурных карт и карт смещения.....	356
Сохранение модели в правильном формате файла	357
Рекомендации по 3D-печати	357
От 3D-печати до промышленных игрушек.....	359
Глава 15. Как найти работу в индустрии цифрового моделирования	369
Обзор отрасли и рынков	370
Кинематограф.....	370
Короткометражные фильмы.....	374
Телевидение.....	376
Игры	379
Визуализация.....	383
Полиграфия.....	387
Деморолик	388
DVD-кейс и обложка деморолика	388
Контент деморолика	392
Продолжительность деморолика.....	395
Звук деморолика.....	396
Запись и оформление DVD диска с демороликом	397
Персональный веб-сайт	398
Семь смертных грехов при поиске работы	403
Грех №1: Тоска по дому	403
Грех №2: Жадность.....	404
Грех №3: Отсутствие гибкости	405
Грех №4: Класть все яйца в одну корзину.....	406
Грех №5: Неаккуратность	407
Грех №6: Не доводить дело до конца	408
Грех №7: Лень	409
Получите работу!.....	410

Оставайтесь в деле	410
Набор навыков.....	410
Программное обеспечение	411
Сеть: Интернет-сообщества.....	412
Будьте в курсе отраслевых новостей и тенденций	415
Деморолик и резюме	416
Здоровье.....	417
Продвижение по карьерной лестнице	418
Заключительные мысли	421
Иллюстрации	424
Предметный указатель	426

АВТОР ВЫРАЖАЕТ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ

Для начала мне нужно поблагодарить моего давнего хорошего друга Дьюса Беннета. Дьюс порекомендовал издательству Reachpit меня как будущего автора этой книги, а затем любезно согласился заняться техническим редактированием. Выражаю ему благодарность за то, что он потратил время на бесчисленные разговоры во время создания книги, предлагая свои обширные знания в области 3D. Дьюс немедленно предлагал помощь во всем, с чем я обращался к нему, и был моим большим другом на протяжении долгих лет. Я не могу придумать человека, который участвовал бы в создании этой книги больше.

Наряду с помощью Дьюса многие другие профессионалы отрасли и друзья сыграли свою роль в написании этой книги, предлагая идеи и делаясь своим опытом в области моделирования. Я хотел бы поблагодарить их всех за этот вклад. Вот неполный список художников, которые сделали это:

Сахам Али, Ник Буген, Алан Чан, Джаррод Дэвис, Джо ДиДоменико, Аарон Джунтунен, Джонни Горден, Мэтт Горнер, Кори Хайнзен, КС Ладниер, Льюис, Дэвид Мальдонадо, Эд Макдоно, Эльмар Мельцер, Энджел Ньевес, Крис О'Рили, Роб Пауэрс, Джей Рот, Курт Смит, Глен Саузерн, Ли Стрингер, Аристоменис Цирбас, Бен Вост, Фарра Л. Уэлч и Джеймс Уиллмотт.

Я хотел бы поблагодарить Карин Джонсон и всю команду New Riders за возможность создать эту книгу и за их поддержку в ее издании. Особая благодарность Корбину Коллинзу за внимание к деталям, его руководство и бесчисленное количество часов, посвященных этому проекту. Без сомнения, как писатель я стал лучше благодаря обширному опыту Корбина.

Важную роль в этой книге играют иллюстрации, и я хотел бы поблагодарить следующих людей за то, что они предоставили изображения, которые они создали полностью или над которыми работали, или изображения, которые они позволили мне использовать, которые я создал для них или совместно с ними. Это:

Дьюс Беннетт, Эрик Брэддок, Брюс Бранит, Алан Чан, Эд Чичик, Джо ДиДоменико, The Foundation TV Productions Limited/Decode/Blue Entertainment, Фабиан Ничиза, Стив Лернер, Дэйв Джейкобс и вся остальная команда FunGoPlay, Frima Studio, Эд Гейбл, Эрик

Гамаш, Кори Хайнцен, Джон Карнер, Кари Ким, Йохан Лефковиц и команда Inhance Digital, Дэн Катценбергер, Льюис, Дэйв Мальдонадо, Сэм Мендоза, Стив Митчум, Эльмар Мельцер, Джон Трой Никель, Крис О'Рили, Алехандро Паррилья, Крис Патчелл, Деми Патель, Джейсон Пишон, Роб Пауэрс, Серена Мартинес, Кевин Рехер и вся команда Pixar, Марв Рили, Сильвен Сенпер, Джей Шнайдер, Бадж Сингх, Курт Смит, Кевин Сноад, Саунд-о-Рама, Глен Саузерн, Ли Стрингер и команда «Железного неба», Рокко Тартамелла, Грэм Томс, Стив Варнер, Эйприл Уоррен, Worldwide Biggies и Джо Зефф.

Хотя я их уже поблагодарил, хотелось бы еще раз выразить особую признательность Дэвиду Мальдонадо за его вдохновляющие речи, непоколебимую поддержку и советы во время создания этой книги, а также Глену Саузерну за его руководство и вклад в разделы книги, посвященные цифровой скульптуре.

Я также хотел бы поблагодарить моих деловых партнеров из Applehead Factory Джо ДиДоменико и Фила Наннея за поддержку этой книги и их дружбу на протяжении многих лет.

Спасибо моей жене Адди и псу Джеку за терпеливое ожидание в течение двух месяцев, которые потребовались, чтобы написать книгу, а также за терпение к моему отсутствию в связи с этой работой.

И последнее, но не менее важное: я хотел бы поблагодарить вас, читатель, за проявленный интерес к этой книге. Надеюсь, она поможет вам в создании бесчисленных цифровых моделей.

ОБ АВТОРЕ

Уильям Воган родился в Техасе, а сейчас счастливо проживает в Филадельфии со своей женой Адди и собакой Джеком. За последние 20 лет компьютерную графику Уильяма Вогана можно было видеть во всех средствах массовой информации. Он работал над различными проектами, от детских книг до игрушек, видеоигр, радиопередач и фильмов, а также для таких клиентов, как журнал Rolling Stone, Hasbro Toys и Pixar Animation Studios.

Уильям всегда был страстно увлечен не только творчеством, но и преподавательской деятельностью. Более шести лет он играл важную роль в развитии ведущего в отрасли программного обеспечения LightWave 3D. Работая в NewTek в качестве популяризатора LightWave, он помог написать руководство и провел обучение художников CGI¹ по всему миру, создав более 300 учебных пособий и обучающих видео. Его онлайн-уроки обязательны к прочтению всем, кто интересуется изучением 3D. Уильям был опубликован во всех крупных журналах CGI и написал 17 книг. Однако его творчество не ограничивается учебными пособиями и тематическими исследованиями. Он также является автором и режиссером нескольких отмеченных наградами короткометражных анимационных фильмов, таких как «Бэтмен: Новые времена», «Люди Икс: Темный прилив» и короткометражный мультфильм про зомби-вегетарианца Тофу «Дражайший зомби».

В течение нескольких лет Уильям был директором по связям с промышленностью и руководителем учебной программы в школе цифровой анимации и визуальных эффектов при Universal Studios в Орландо, Флорида. Он лично обучил сотни студентов как профессиональных аниматоров, и они теперь работают в крупных студиях, таких как Rhythm and Hues, Digital Domain, Weta Digital, Monolith и EA Sports. Среди его учеников – лауреатов наград – художественный отдел Космического центра имени Джонсона НАСА и актер Дик Ван Дайк.

Проведя два года в Нью-Йорке при создании контента для Nickelodeon, SyFy, Spike TV и др., Уильям недавно переключился на свою компанию по производству игрушек Applehead Factory из Филадельфии. В качестве совладельца и креативного директора он работает со своими деловыми партнерами Джо ДиДоменико и Филом Наннеем над созданием брендов и запоминающихся персонажей.

¹ Computer Generated Imagery – «Изображения, сгенерированные компьютером». – Прим. ред.

О ТЕХНИЧЕСКОМ КОНСУЛЬТАНТЕ

Джек Дьюс Беннетт II – художник-фрилансер компьютерной графики, специализирующийся на физических визуальных эффектах для кино и телевидения. Дьюс проработал в киноиндустрии всю свою жизнь, на его счету такие фильмы, как «Робокоп», «Одинокий голубь» и «Джимми Нейтрон: Мальчик-гений», а также такой телесериал, как «Уокер, тexasский рейнджер». Дьюс знаком с компьютером с девяти лет, и он начал писать свои собственные графические программы. Он представляет собой уникальное сочетание физических знаний и ноу-хау виртуальных технологий.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Несколько лет назад, когда я, измученный, деморализованный приближающимся дедлайном, заканчивал свою первую книгу, издатель сказал, что мне нужен эксперт по компьютерной графике – какой-нибудь известный общественный деятель, – чтобы прочесть черновик и написать предисловие к моей книге. Я сказал ему, что не знаю никого, кто соответствовал бы описанию. В те дни я был просто борющимся за существование художником и в своей жизни встречал всего лишь несколько человек, которые сделали компьютерную анимацию своей карьерой. Вы должны помнить, что нас в те дни было не так уж и много.

«У меня есть именно такой человек», – сказал он. – Протон».

«Что такое протон, кроме положительно заряженной субатомной частицы?» – спросил я.

«Совершенно верно», – ответил он.

В то время я был очень озадачен, но вскоре понял, что именно он имел в виду.

«Положительно заряжен». Это объясняет все. Уильям Воган – один из тех людей, которые способны открывать удивительное во всем, что им дано, и кто без сожаления делится этими открытиями с миром. Если он находит что-то классным, он сообщает об этом всем. Поэтому, когда я получил его отзыв о своем черновике, он был настолько положительным и наполнен таким волнением, что дал мне энергию, необходимую для того, чтобы закончить книгу и выпустить ее. Это было в самом начале моей карьеры, и успех этой книги отражается практически во всем, что я делаю как профессионал сегодня.

Прошло уже много лет, и сейчас мне дана привилегия написать это предисловие для книги Уильяма. Мое немедленное побуждение – написать, не обращая внимания на содержание книги, яркую рецензию, чтобы я мог отблагодарить Уильяма за его энтузиазм и советы на протяжении многих лет. Но мне не пришлось делать так, потому что книга великолепна сама по себе, без моих банальностей. Уильям – художник безмерной честности, а это значит, что он вкладывает самое лучшее во все, что делает.

За эти годы я видел так много художников, сотни, возможно, тысячи, которые извлекли большую пользу из общения с ним. И я знаю, что эта книга, еще одно выражение любви Уильяма

к искусству, – просто лишний способ, которым он может поделиться предметом своей страсти с миром, дополнительный подарок нам.

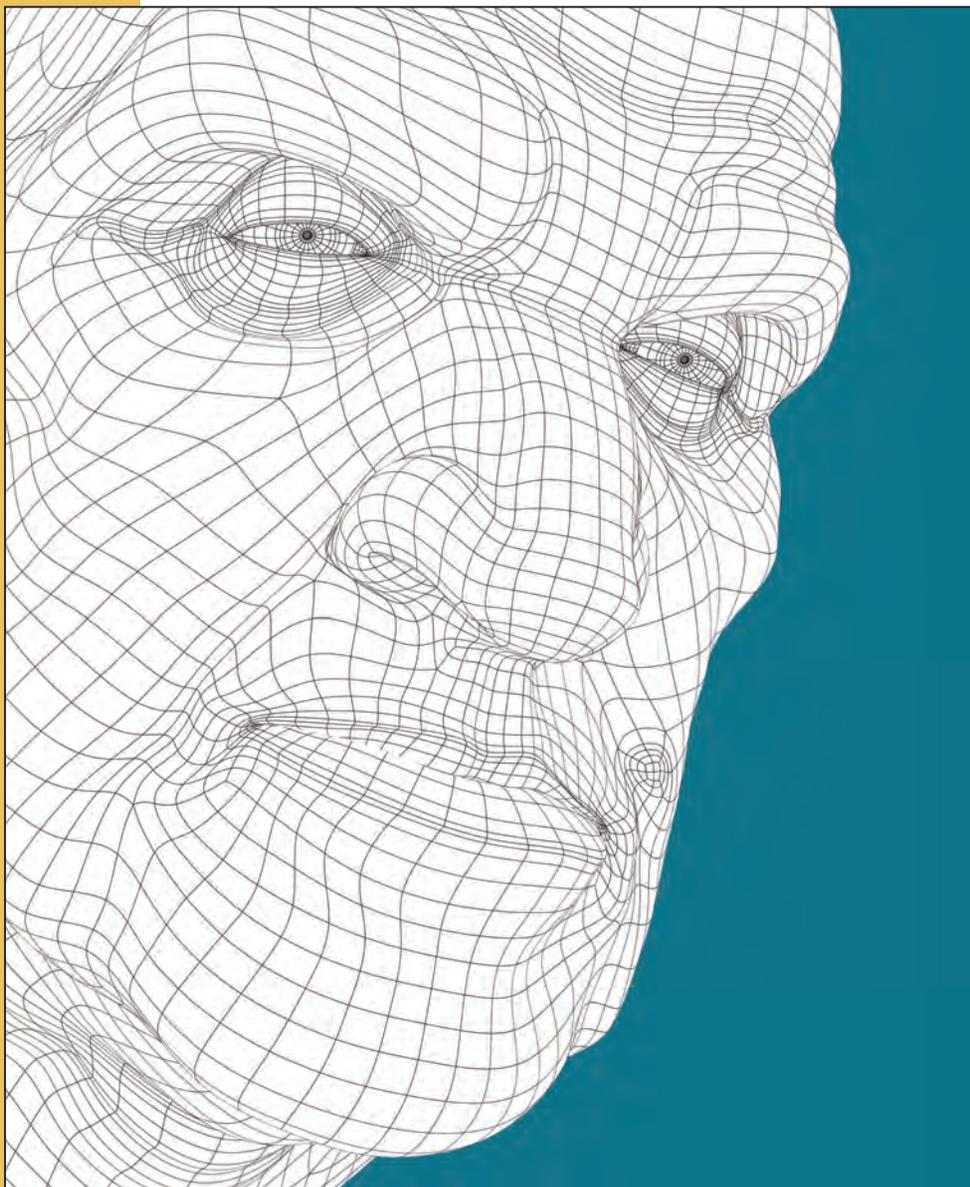
Итак, зачем вам читать эту книгу? Поскольку страсть ведет к совершенству и потому что Уильям – один из самых страстных художников, которых я когда-либо знал, я с уверенностью говорю, что он привносит в это все свое мастерство. Разве найдется хоть один человек на Земле, который не захочет это прочитать?

Николас Буген

Супервайзер по визуальным эффектам

Владелец CG-Masters.com

ГЛАВА 1



ВВЕДЕНИЕ

За последние 20 лет я работал художником в различных ролях, от традиционного дизайнера и иллюстратора до других профессий во всех областях 3D-производства. Только одна область была для меня более полезной, чем цифровое моделирование, и это – преподавание.

Информация, изложенная в этой книге, – это часть того опыта, что я приобрел за свою карьеру, и теперь я хотел бы поделиться им с вами. От понимания вашей роли моделиера в производственном конвейере и изучения профессиональных методов и приемов моделирования до получения работы и других тем – эта книга дает вам важнейшие знания и умения, необходимые специалисту по цифровому моделированию для работы в 3D-индустрии.

Я призываю вас прочитать каждую страницу, чтобы извлечь максимальную пользу из содержания этой книги, и надеюсь, что она поможет вам в вашей карьере художника.



Что такое цифровое моделирование?

Вы, скорее всего, взяли эту книгу, уже имея некоторое понимание того, что означает словосочетание «цифровое моделирование». Но, чтобы убедиться, что мы находимся на одной стартовой позиции, я решил начать с определения этого термина.

Цифровое моделирование – это процесс создания математического представления трехмерной формы объекта.

Результатом этого процесса является то, что в индустрии называют 3D-моделью, или 3D-сеткой, или 3D-мэшем (3D-mesh). Трехмерная модель персонажа Тралфацца (из инди-комикса «Малыши-заплатки») прошла процесс цифрового моделирования, начавшись с нарисованного концепт-арта, показанного слева на рис. 1.1. Я создал трехмерную цифровую модель персонажа (в центре) и закончил финальным трехмерным изображением для печати (справа).

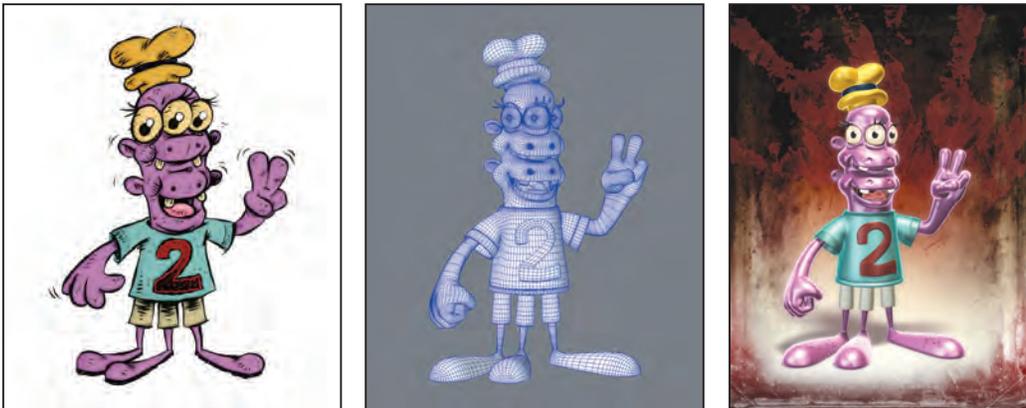


Рис. 1.1. Концепт-арт Тралфацца 2D, созданный Крисом Патчеллом (слева). Создается полигональная сетка (в центре) и делается окончательный 3D-рендеринг (справа)

Проще говоря, цифровое моделирование – это 3D-моделирование.

Можно создавать 3D-модель вручную или автоматически. Наиболее распространенными источниками цифровых моделей являются модели, созданные художниками или техниками с использованием программного обеспечения 3D, а также результаты пространственного сканирования реальных физических объектов с использованием специального оборудования.

Цифровое моделирование – важнейший компонент любого 3D-производства и, вне всякого сомнения, мой любимый участок производственного процесса. В этой книге я предлагаю к изучению различные методы и практики создания широкого спектра цифровых моделей.

Кто может стать профессиональным моделлером?

Тот факт, что вы держите эту книгу, является хорошим знаком, что вы можете стать успешным разработчиком цифровых моделей. Вы либо уже начали предпринимать шаги, чтобы исследовать мир моделирования, либо расширяете свои уже имеющиеся знания и умения в этой области.

Разработчики цифровых моделей, когда-то ограниченные в своей карьере сферой науки и развлечений, теперь имеют больше возможностей, чем когда-либо прежде. Спрос на высококачественную 3D-графику и анимацию постоянно растет, и, по данным Бюро статистики труда (BLS), ожидается, что рынок труда для 3D-художников вырастет на 12% в течение одного только 2018 года (www.bls.gov).

В наши дни вы видите 3D-графику буквально повсюду, и в своей основе – это цифровые модели. Художники-моделлеры работают в производстве телевизионных и художественных фильмов, разработке компьютерных игр, в медицинской визуализации и анимации, печатной графике, визуализации продуктов и архитектурных проектов и на многих других рынках, составляющих эту постоянно растущую область. На протяжении многих лет я поработал на многих этих рынках, и мне было интересно увидеть, что я могу использовать одни и те же основные навыки для них всех. Тема и дистрибуция могут отличаться, но основной набор инструментов везде одинаков. Трехмерные модели, представленные на рис. 1.2, – всего лишь несколько примеров того, как цифровые модели используются сегодня.

Чтобы добиться успеха в этой области, вам нужно научиться решать проблемы, используя хорошую наблюдательность и желание создавать вещи. Вы никогда не должны прекращать учиться на этом пути. С каждым новым проектом вы сталкиваетесь с новыми проблемами; многие из них требуют инновационных решений, которые необходимо найти самостоятельно.

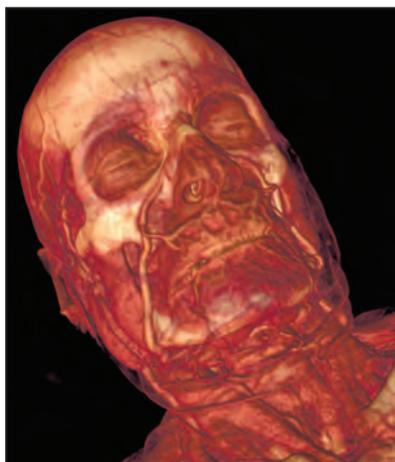
Рис. 1.2. Четыре примера 3D-моделей



3D-рендеринг бутылки Marc Jacobs Lola, используемой в печатной рекламе



Кадр из пилота анимационного фильма Kanakas 3D



3D-визуализация – иллюстрации для статьи в медицинском журнале



3D-рендеринг Бигги, персонажа студии Worldwide Biggies

Непрерывно следовать одной цели: в этом секрет успеха.

– Анна Павлова

Если вы дошли до того момента, когда перестали воспринимать эти проблемы как уроки, которые помогают сформировать ваш постоянно растущий набор навыков, это, вероятно, знак того, что вы потеряли страсть к работе в этой области и, возможно, пришло время попробовать другие варианты карьеры.

Я преподаю цифровое искусство почти столько же, сколько создаю его произведения. Когда дело доходит до создания цифровых моделей, мне задают все мыслимые и немыслимые вопросы. Какое оборудование использовать, какие конкретные методы я применяю при создании моделей, что делать с привычкой к беспорядочному сну, какую музыку я слушаю и множество других вопросов, которые только можно выдумать. Но наиболее частый вопрос от людей, интересующихся этой индустрией, – это: «Могу ли я стать цифровым художником?»

Мой ответ всегда, безоговорочно, – да! Мне даже не нужно ничего знать о спрашивающем. Рискуя показаться Бобом Россом или Мистером Роджерсом¹, я всегда говорю, что вы можете стать тем, кем хотите, если у вас есть страсть к этому, если вы готовы засучить рукава и потратить время на приобретение навыков, необходимых для успеха.

Я обучал студентов с широким спектром знаний и навыков. Некоторые начинали с большим опытом, чем их коллеги, что позволяло им довольно быстро приступить к работе над крупными проектами. Я также инструктировал студентов, у которых практически не было опыта в компьютерной графике и которые, несмотря на свой поздний старт, все же сумели сделать карьеру в отрасли, достойно проявив себя. Несколько лет назад я занимался со студентом, который подрабатывал дворником в средней школе Флориды и очень любил кино. Эта страсть побудила его сосредоточиться на развитии навыков, которые позволили бы ему осуществить мечту всей своей жизни – работать над художественными фильмами. Сейчас он с радостью трудится в Калифорнии, имея за плечами несколько фильмов (недавно я заметил его имя в титрах фильмов студии Marvel – «Тора» и «Капитана Америка»).

Помните, что талант – это лишь одна очень небольшая часть уравнения, и сам по себе он ничего не значит, если не

¹ Популярные американские телеведущие. – Прим. ред.

подкреплен настойчивостью, решимостью, стойкостью и практикой. Если вы хотите преуспеть в чем-либо, учитесь как можно больше и работайте над этим день и ночь, пока не достигнете желаемого.

Короче говоря, вы сможете стать профессиональным цифровым моделлером.

Кому следует читать эту книгу?

Книгу стоит прочитать тем, кто заинтересован в расширении своих знаний в области создания профессиональных, готовых к производству цифровых моделей, включая, конечно же, моделлеров, аниматоров, художников по текстурам и технических директоров. Все они могут извлечь пользу из ценной информации, содержащейся здесь.

Используйте это руководство, если вы:

- профессиональный разработчик 3D-моделей, желающий улучшить свои навыки решения проблем и изучить альтернативные методы моделирования;
- профессиональный технический директор, художник по текстурам или аниматор, заинтересованный в соседних областях производственного процесса и в использовании знаний о цифровом моделировании для улучшения своего собственного рабочего процесса;
- преподаватель, ищущий новые способы обучения вопросам цифрового моделирования и его роли в отрасли;
- студент компьютерной графики, желающий улучшить художественное качество своей работы и узнать о профессиональных подходах к моделированию, прежде чем приступить к работе в отрасли;
- любитель, интересующийся новейшими производственными технологиями и стратегиями.

Как и вся серия книг о цифровых технологиях от New Riders, эта книга написана так, чтобы быть ясной, а не снисходительной и служить справочником и руководством, способствующим росту профессионального уровня читателя.

Чего вы можете ожидать от этой книги?

Хотя книга посвящена искусству и науке цифрового моделирования, она не оставляет в тени и другие участки конвейера создания анимации или визуальных эффектов. Я намерен не только поделиться с вами ценными, проверенными в производстве техниками и идеологиями моделирования, но и подготовить вас к успешной карьере цифрового художника.

Эта книга не является повторением информации, содержащейся в руководствах к вашему программному обеспечению 3D и в файлах Help. Это сборник, призванный дополнить ваш текущий набор навыков. Вы узнаете о следующем:

- роли моделлера в производственном конвейере;
- как подготовиться к сеансу моделирования;
- основах цифрового моделирования;
- различных техниках моделирования;
- профессиональных практиках;
- как получить работу в отрасли;
- и многом другом.

Частота процессора и количество ядер

В современных многоядерных процессорах частота компьютерного процессора становится все менее и менее важной. Чем больше ядер у вас есть, тем лучше, поэтому частоту процессора следует рассматривать вместе с тем, сколько ядер у вашего компьютера. Проще говоря, быстродействие процессора и количество ядер на нем – это основные показатели, которые ускоряют рендеринг и обработку данных.

Видеокарта и графический процессор

Хорошая видеокарта – важный фактор для разработчиков цифровых моделей, потому что она отвечает за отображение ваших данных на экране. Поскольку в большинстве приложений используется OpenGL (открытая графическая библиотека) – стандартный в отрасли интерфейс прикладного программирования

для написания приложений, создающих компьютерную 2D- и 3D-графику, – мощная видеокарта позволяет вам просматривать цифровые модели более плавно.

Чем больше геометрии или текстур высокого разрешения вы используете, тем мощнее должна быть ваша видеокарта. Наличие хорошей видеокарты определенно увеличивает производительность, поскольку проекты становятся более сложными. Nvidia – лидер индустрии видеокарт и самая стабильная платформа для индустрии компьютерной графики.

Еще один фактор, который следует учитывать, – это технология графического процессора. Индустрия начинает переходить к рендерингу на основе графического процессора, в основном используя мощность видеокарты, которая часто в 50–100 раз мощнее центрального процессора при выполнении определенных задач. При выборе видеокарты лучше всего учитывать количество ядер графического процессора: чем больше, тем лучше².

Если вы не уверены, какой тип карты лучше всего подходит для вас, посетите один из многочисленных форумов онлайн-сообщества – например, CGSociety (www.cgsociety.org), 3DTotal (www.3dtotal.com) или Foundation 3D (www.foundation3d.com) – и поговорите с художниками, которые используют эти карты. Изучите то, что доступно, и, самое главное, знайте параметры того, что у вас есть.

Два монитора

При обсуждении конфигурации рабочих станций у меня есть твердое мнение о необходимости установки двух мониторов. Я считаю, что они необходимы любому цифровому художнику, и не могу себе представить, как делать свою работу, используя только один монитор. Это не означает, что вам нужно вкладывать средства в самые большие и дорогие мониторы из имеющихся. В течение многих лет я использовал два недорогих 19-дюймовых монитора Viewsonic, которые могут уложиться в весьма ограниченный бюджет.

² Настоящая революция в рендеринге произошла после появления технологии Nvidia GeForce RTX – высокопроизводительной профессиональной платформы для визуальных вычислений, созданной компанией Nvidia, которая используется для рендеринга сложных моделей в архитектуре и дизайне продуктов, научной визуализации, а также в производстве фильмов и видео. Nvidia RTX обеспечивает рендеринг в реальном времени, хотя изначально этот алгоритм был предназначен для приложений, работающих не в реальном времени. RTX способствует новому развитию компьютерной графики для создания интерактивных изображений, которые учитывают освещение, тени и отражения. – *Прим. ред.*

Сегодня доступно несколько очень хороших широкоэкранных мониторов, которые, как некоторые могут поспорить, так же хороши, как использование двух мониторов, но, на мой взгляд, если вы пойдете по этому пути, вы также можете получить два из них. В большинстве студий, которые я посетил, у художников не менее двух мониторов (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Цифровые художники в BranitFX используют несколько мониторов во время работы над телесериалами, такими как «Во все тяжкие», «Блудливая Калифорния» и «За гранью»

Специалист по цифровому моделированию, работающий только с одним монитором, похож на чертежника за журнальным столиком, а не за большим чертежным столом. Наличие двух мониторов дает вам больше, чем просто удобное рабочее пространство, – это дает вам место, необходимое для одновременного отображения нескольких приложений, а также возможность отображать справочные материалы, референсы на одном экране, пока вы работаете на другом.

О подходе этой книги к программному обеспечению

У каждого художника, работающего в компьютерной графике, есть предпочтительное приложение для моделирования при

создании полигональных сеток. Готов поспорить, что, если вы наугад спросите профессиональных художников из всей отрасли, какие инструменты они используют при создании, вы обнаружите множество вариантов набора программ. Обычно это программное обеспечение, которое они либо начали использовать, когда изучали компьютерную графику, или это программное обеспечение, в котором они имеют наибольший опыт. В этом есть смысл, но это привело к так называемым программным войнам.

Программные войны так же стары, как и программные приложения, и, насколько я понимаю, споры о них – пустая трата времени. Даже не пытайтесь спорить с кем-нибудь о том, какое программное обеспечение лучше; вы только исчерпаете себя, объясняя, почему именно у вас оно лучше. Какие бы аргументы ни приводились, скорее всего, каждый выйдет из разговора, убежденный, что его программное обеспечение лучше.

Вы когда-нибудь слышали фразу «Дело не в инструменте, а в том, кто им пользуется»?

Потратьте несколько минут на изучение онлайн-галереи любого программного обеспечения для работы с 3D, и вы увидите потрясающие работы. Независимо от того, является ли программное обеспечение бесплатным, дешевым или сверхдорогим, художники создают с его помощью удивительные произведения искусства. Не заикливайтесь на этом вопросе, потому что на протяжении своей карьеры цифрового художника вам, скорее всего, придется использовать различные приложения для моделирования и скульптуры. У каждого свой рабочий процесс, но основные принципы моделирования остаются неизменными. Эта идея определяет мой подход к программному обеспечению в книге.

Одной из замечательных особенностей «цифровой» серии издательства³, которая привлекла меня к написанию этой книги, заключается в том, что книги этой серии не фокусируются на использовании какого-либо конкретного программного обеспечения. Таким образом, моя книга научит вас основным навыкам и подходам, которые вы сможете применить к моделированию в любом программном обеспечении 3D.

Какое бы программное обеспечение вы ни приобрели или решили приобрести, обязательно прочтите руководство. Вам необходимо ознакомиться с его инструментами и тем, как работает

³ С [digital] в заголовке, одной из которых является настоящая книга. – Прим. ред.

это конкретное программное обеспечение. Вы можете использовать книгу «[Цифровое] моделирование», чтобы с помощью этих инструментов создавать профессиональные сетки.

Суть в следующем: проявив творческий подход к решению проблем и зная свой набор инструментов, вы сможете сделать все, что намеревались создать, с помощью любого приложения для моделирования.

Требования к программному обеспечению

Обратите внимание, что у большинства приложений есть 30-дневные пробные версии, доступные на их веб-сайтах. Кроме того, есть несколько 3D-приложений с открытым исходным кодом, такие как Blender (www.blender.org), которые вполне функциональны и абсолютно бесплатны. Также рекомендуется использовать программное обеспечение для 2D-рисования и обработки изображений.

Программное обеспечение 3D

Хотя эта книга не зависит от программного обеспечения, я буду упоминать конкретные пакеты моделирования по мере изложения материала, потому что не каждое приложение поддерживает весь спектр охватываемых функций и возможностей. Однако в большинстве разделов этой книги описывается несколько альтернативных методов достижения заданного эффекта, поэтому можно выполнять задачи независимо от того, какую программу вы используете. Я упомянул ведущее программное обеспечение для работы с 3D:

- 3ds Max: www.autodesk.com/3ds-Max;
- LightWave 3D: www.lightwave3d.com;
- Maya: www.autodesk.com/Maya;
- Modo: www.luxology.com;
- Silo: www.nevercenter.com;
- XSI: www.autodesk.com/Softimage⁴;
- ZBrush: www.pixologic.com.

⁴ В феврале 2009 пакет Softimage|XSI в результате ребрендинга превратился в Autodesk Softimage. Autodesk больше не выпускает новые версии Softimage с 2015 года, закрыв проект. – *Прим. ред.*

Программное обеспечение 2D

Приложение для 2D-рисования и обработки изображений должно быть частью набора инструментов любого моделлера для создания текстурных карт, использования референсных материалов и их обработки. Adobe Photoshop (www.adobe.com) является отраслевым стандартом, но, если вы не можете себе его позволить, помните, что сегодня доступен широкий спектр его аналогов, таких как:

- Paint Shop Pro: www.corel.com;
- GIMP: www.gimp.org;
- Paint.net: www.getpaint.net.

Также доступны многие другие приложения, которые отлично работают⁵.

Содержимое прилагающегося к изданию DVD-диска

На прилагаемом к изданию DVD-диске содержится более шести часов обучающего видео, которое поддерживают темы, затронутые в книге. Хотя в примерах в видеороликах используются LightWave 3D от NewTek и ZBrush от Pixologic, представленную информацию можно легко перевести в любое программное обеспечение для работы с 3D. Здесь представлены 18 видеороликов, где исследуется широкий спектр инструментов и техник моделирования, и 3 видеоролика, расположенных в каталоге ZBrush, которые показывают процесс создания макета существа полностью в главе 12. Я рекомендую просмотреть эти видеоролики, когда вы полностью прочитаете книгу, и извлечь пользу из полученной информации. В дополнение к обучающим видео я включил видео, где показаны модели 100 персонажей и их топология, которые можно использовать в качестве вдохновения и справочника при изучении полигонального потока.

Некоторые изображения, напечатанные в книге, содержат тонкие линии проволочного каркаса программ 3D (wireframe), которые могут отображаться нечетко на распечатанной стра-

⁵ Конечно, их нельзя сравнить с Adobe Photoshop, но сделать все, что нужно, возможно и с их помощью – другое дело – скорость и удобство исполнения. – *Прим. ред.*

нице книги. На диске вы найдете версии изображений из книги в высоком разрешении, что позволит вам увидеть больше деталей.

На протяжении всей книги упоминается анимационный короткометражный фильм «Дражайший зомби», удостоенный награды «Тофу – зомби-вегетарианец». Этот короткометражный фильм также можно найти на диске, так что возьмите немного попкорна и наслаждайтесь.

Последнее слово: измените свое мышление

Теперь, когда формальности оговорены, мы почти готовы перейти к содержанию книги. Но сначала я хочу затронуть тему, которая чрезвычайно важна для вашего успеха.

Начиная обучать кого-то цифровому моделированию, я каждый раз говорю то же, что тысячу раз говорил раньше, независимо от того, имеет ли художник, с которым я разговариваю, нулевой опыт или работает в отрасли давно. Все они одинаково стремятся к успеху, но на каждом пути к высокому мастерству в 3D на их пути стоит одна вещь. Как только они преодолеют это препятствие, все пройдет гладко.

Что это за «одна вещь», которую вы должны преодолеть (или пройти, если вы мой ученик)? Может быть, это логические (булевы) операции? Полигональный поток (топология)? Алгоритм «радиосити»? Отказ от попкорна?

Ответ – ни один из этих вопросов, хотя диета без кукурузы дает творческую отдачу. На самом деле единственное, что вам нужно преодолеть, – это то, как вы думаете.

По моему опыту, большинство людей в определенной ситуации думает: «Это невозможно!» – особенно когда дело касается обучения новому. Говоря «большинство людей», я не ограничиваю только художниками, которые плохо знакомы с 3D. Я наблюдаю это практически на каждом форуме в сети и на отраслевых выставках, которые посещаю. Большинство людей полагает, что что-то невозможно, что это слишком сложно или что для решения проблемы требуется специальное программное обеспечение или оборудование. Я всегда предполагаю, что это возможно, если найти другой подход.

Это может звучать банально, но сила позитивного мышления имеет большое значение при работе в отрасли компьютерной графики. Каждый день вас будут просить взяться за невозможное, и если вы начнете с позиции «Это можно сделать», то увидите задачу в целом. Если ваше отношение – «Это невозможно!», вы, скорее всего, не справитесь с задачей. Это называется самоисполняющимся пророчеством. Роберт К. Мертон, человек, придумавший такое выражение, объясняет это следующим образом:

«Самоисполняющееся пророчество является ложным определением ситуации, провоцирующим новое поведение, при котором первоначальное ложное представление становится истинным. Иллюзорная достоверность самоисполняющегося пророчества увековечивает власть ошибки. Ибо предсказатель будет цитировать реальный ход событий как доказательство своей правоты с самого начала».

Проще говоря, входите в каждое новое предприятие с позитивным настроем, и вы достигните того, о чем раньше даже и не подозревали. Меня постоянно просят сделать что-то, чего я никогда не делал, поэтому я всегда верю, что смогу и получу еще больше опыта, когда это будет сделано. Примите тот факт, что вы раньше не выполняли эту задачу, но не заикливайтесь на этом.

Я всегда говорю людям: «Я знаю все, что мне нужно знать, чтобы сделать то, что я уже делал раньше».

Даже я должен признать, что это звучит глупо, но это отличный способ подойти к каждой новой задаче. Действительно, подумайте над этим заявлением. В следующий раз, когда вам захочется сдать, прежде чем начать, произнесите эту фразу. Скажите это вслух, если нужно. Это очень похоже на одну из моих любимых цитат Рене Декарта, в которой говорится: «Каждая проблема, которую я решил, становилась правилом, которое впоследствии служило для решения других проблем». В этой индустрии мы не моделлеры, осветители, аниматоры или компоузеры. Лучшее название для нас в повседневной работе – решатели проблем. Как художники-постановщики, мы сталкиваемся с одной проблемой за другой и должны принимать решения, чтобы перейти к следующему этапу производства. Зато потом, когда вы столкнетесь с вопросом, возможно ли что-то, вы скажете: «Держу пари, это возможно; мне просто нужно понять, как это сделать». Делайте так, и я верю, что вы получите гораздо лучшие результаты, чем в том случае, когда вы сдадитесь, прежде чем начать.

Одно из самых больших препятствий, которые необходимо преодолеть неопытным мастерам отрасли при решении проблем, – это отказ использовать доступные в настоящее время инструменты в пользу того, чтобы дождаться инструментов завтрашнего дня. Однажды у меня был ученик, который отказался от исполнения своих задумок и сказал, что он не может это сделать, пока технологии не догонят его идеи. Я просто онемел! И по сей день он все еще ждет, пока эти волшебные технологии догонят его нереализованные идеи, в то время как другие, у которых есть правильное отношение, реализуют даже лучшие решения, чем дали бы эти волшебные инструменты. Возможно, я свяжусь с ним через несколько лет, чтобы узнать, были ли выпущены те инструменты, которых он ждал, и реализовал ли он свои замечательные идеи, которые их требовали.

Я люблю называть этот волшебный инструмент кнопкой «Сделай мою работу». И знаете, эта кнопка, если вы ее нажмете, делает все, что вам поручено, за один простой шаг (рис. 1.4). Многие люди тратят драгоценное время на поиск «легкого» выхода из своей проблемы. Хотя этот метод иногда приводит к прорыву, обычно конечным результатом является пустая потеря времени. Чем раньше вы поймете, что кнопки «Сделай мою работу» нет и что вам нужно немного потрудиться самому, тем скорее вы окажетесь на пути к созданию потрясающих работ.

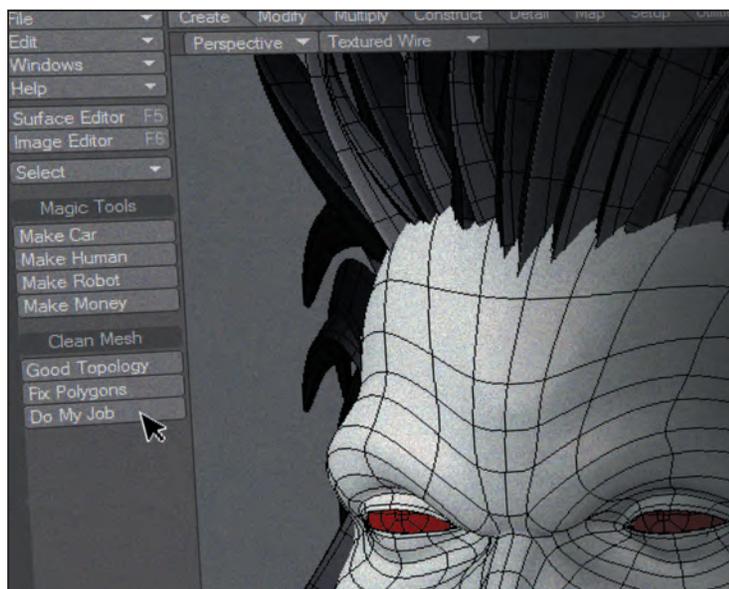


Рис. 1.4. Хотя многие художники ищут эту кнопку в своих 3D-программах, им еще предстоит ее найти

Я склонен все время использовать фразу «в прежние времена» – что, безусловно, является признаком старения, – но я не могу не объяснить новым художникам то, что нам приходилось делать, чтобы решить то, что с сегодняшними инструментами кажется плевым делом. Отсутствие инструментов нас не останавливало. Когда нам нужен был флаг, развевающийся на ветру, но не было еще разработано динамики ткани, мы просто накладывали процедурную текстуру на полигональную плоскость. Что на самом деле имеет значение, так это то, что необходимо и возможно решить любую задачу с помощью тех инструментов и техник, *которые вы уже имеете*. Конечно, инструменты улучшаются, как и ваш набор трюков, но перед вами стоят задачи, которые нужно выполнить сегодня, а не завтра!

Не поймите меня неправильно. Я не говорю, что мы не нуждаемся в том, чтобы разработчики программного обеспечения не делали новых инструментов и апгрейдов программы. Я все время настаиваю на новинках. Но я не позволяю тому набору инструментов, который сейчас есть, меня остановить. Этот тип позитивного мышления и способ решения проблем – вот что помогло большинству успешных художников и студий добиться успеха. В противном случае студии с огромными командами программистов, разрабатывающих инструменты, необходимые для каждого вида работ, были бы единственными, кто играет значительную роль в нашей отрасли. Какая в этом радость?

Вероятно, это многое говорит обо мне, но я обычно даю программистам право на ошибку и предполагаю, что совершил ошибку сам, когда что-то идет не так. Это экономит мне массу времени, поскольку я начинаю работать над проблемой, как только она возникает. Вот трюк, который работал у меня на протяжении многих лет и, кажется, работает для многих художников, трудящихся в индустрии сегодня. В следующий раз, когда вы погрузитесь в производственную среду и программа даст сбой или не даст желаемого результата, спросите себя: «Что я сделал не так?» Не думайте, что это ошибка в программном обеспечении, и не вините компьютер, даже если впоследствии окажется, что это так.

Я обнаружил, что в 98 % случаев проблема связана с ошибкой пользователя. Однако, если вы с самого начала думаете, что дело в программном или аппаратном обеспечении, вы уже пришли к выводу, не решив проблему. Перед тем как выпалить, подобно реакции коленного рефлекса: «Это не моя ошибка!» – спросите себя: «Что я только что сделал?» Иногда трудно брать на себя

вину, но попробуйте и посмотрите, станет ли ваша работа легче. Просто запомните: «Проблема засела в кресле, а не в компьютере!» – и все будет в порядке.

Как художники компьютерной графики, мы должны быть решателями проблем, уметь быстро думать и решать любые возникающие проблемы. При позитивном мышлении и опыте нет ничего невозможного. Это инструменты, которые позволяют нам создавать симпатичных персонажей, удивительные взрывы и фотореалистичные сцены. Дело не в программном или аппаратном обеспечении. Программное и аппаратное обеспечение будет продолжать развиваться, и в течение своей карьеры вы будете переходить от одного приложения к другому. Но настоящая цена ваших способностей – это ваши навыки решения проблем, а не то, где находится инструмент Boolean и что он делает.

Эта философия – то, что позволило мне достичь того, чем я больше всего горжусь, и это мой самый ценный навык. Воспользуйтесь своими навыками решения проблем и добавьте немного позитивного мышления, и ничто не встанет у вас на пути.

Итак, приступим!